

Abanderamiento y reforma de una embarcación histórica con casco remachado

Trabajo de Final de Grado



Facultad de Náutica de Barcelona
Universidad Politécnica de Catalunya

Trabajo realizado por:
Pau Mestre Fonollosa

Dirigido por:
José Manuel Robledano Esteban

Grado en Ingeniería en Sistemas y Tecnología Naval

Barcelona 2020

Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona

Agradecimientos

A todos aquellos que me han ayudado a crecer.

Resumen

El presente proyecto se centra en el proceso de reforma del motovelero Halve Maan, construido en Holanda el 1914 sin motor, y habiéndose reformado este en Inglaterra, agregando un motor diesel y propulsión en su reforma. Para tal propósito se ha dividido el proyecto en dos partes, estudiando y dirigiendo en primer lugar el proceso de matriculación de una embarcación sin marcado UE (Unión Europea), para obtener la bandera provisional española (que posterior al proyecto técnico será la definitiva), y, a continuación, en segundo el proyecto técnico, incluyendo los cálculos justificativos pertinentes y planos de disposición, así como esquemas de servicios en la embarcación o requisitos de material de seguridad según la normativa vigente.

Para un estudio más próximo a la realidad, el proyecto se basa en un barco existente, por los motivos de seguimiento de proceso desde un punto de vista puramente real, y para posibilitar un estudio más preciso de los requerimientos técnicos o problemáticas presentadas durante tal proceso. Los cálculos realizados se basarán, además de en los requeridos por este tipo de embarcación por la normativa actual, con recursos informáticos de cálculo y diseño que combinados entre sí permiten un proyecto técnico con resultados significativos y útiles en la obra a la que se va a someter el barco.

Abstract

This project focuses on the reform process of the Halve Maan sail ship, built in the Netherlands in 1914 without engine, and having reformed the ship in England, adding a diesel engine and propulsion in its reform. For this purpose, the project has been divided into two parts, first studying and directing the registration process of a vessel without UE marking (European Union) to obtain the Spanish provisional flag (which after the technical project will be the final one), and secondly the technical project, including the relevant supporting calculations and layout plans, as well as service schemes on the boat or safety equipment requirements according to current regulations.

For a study closer to reality, the project is based on a real ship, for the reasons of process monitoring from a purely real point of view, and to enable a more accurate study of the technical or problematic requirements presented during such a process. The calculations carried out will be based, in addition to those required by this type of boat by the current regulations, with computer resources of calculation and design that combined with each other allow a technical project with significant and useful results in the process to which the boat is to be subjected.

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO 1. PROCESO DE MATRICULACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 INTRODUCCIÓN	3
1.3 MARCO LEGAL	7
<i>Requisitos de documentación.....</i>	<i>18</i>
1.4 LISTAS DE MATRÍCULA.....	18
1.5 CATEGORÍA DE DISEÑO Y ZONAS DE NAVEGACIÓN	20
1.6 MARCADO UE	21
1.7 DOCUMENTACIÓN Y MARCAS ACREDITATIVAS	22
<i>Número de identificación (CIN)</i>	<i>22</i>
<i>Placa del constructor</i>	<i>22</i>
<i>Declaración UE de Conformidad.....</i>	<i>23</i>
<i>Manual de Instrucciones (también denominado Manual del Propietario) de la embarcación y del motor</i>	<i>23</i>
1.8 EL MARCADO UE POST-CONSTRUCCIÓN	24
<i>Obligaciones de la persona que introduce el producto en el mercado o lo pone en servicio</i>	<i>25</i>
1.9 ABANDERAMIENTO	26
1.10 DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE	27
<i>Funciones.....</i>	<i>27</i>
<i>Estructura</i>	<i>28</i>
1.11 CAPITANÍA MARÍTIMA.....	28
<i>Organigrama de competencias marítimas.....</i>	<i>28</i>
<i>El Capitán Marítimo</i>	<i>32</i>
<i>El Jefe de Distrito Marítimo</i>	<i>34</i>
1.12 DOCUMENTACIÓN REQUERIDA	36
1.13 INSPECCIONES	45
<i>Reconocimiento periódico</i>	<i>48</i>
<i>Reconocimiento intermedio</i>	<i>48</i>
<i>Reconocimiento adicional</i>	<i>48</i>
<i>Reconocimientos extraordinarios.....</i>	<i>49</i>
<i>Documentación requerida para la inspección</i>	<i>50</i>
1.14 MATERIAL DE SEGURIDAD.....	52
1.15 EMBARCACIÓN HISTÓRICA	66
CAPÍTULO 2: PROCESO DE REFORMA	69
2.1 INTRODUCCIÓN	69
2.2 MODELO 3D – ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL AVANCE	71
<i>Maxsurf Resistance</i>	<i>81</i>
<i>Maxsurf Stability</i>	<i>84</i>
2.3 PROPULSIÓN.....	95
<i>Resistencia al avance.....</i>	<i>95</i>
<i>Estimación del diámetro del propulsor.....</i>	<i>98</i>

Estimación del diámetro del propulsor	99
2.4 MODELO 2D – DISPOSICIÓN GENERAL Y RENDERIZADO EN 2D	101
2.5 PLANO Y BALANCE ELÉCTRICO	108
<i>Balance eléctrico – Corriente continua</i>	109
<i>Energía renovable</i>	113
<i>Esquema corriente continua</i>	117
<i>Corriente alterna</i>	120
<i>Esquema corriente alterna</i>	120
<i>Dimensionado del cableado</i>	122
2.6 SISTEMA DE COMBUSTIBLE	125
2.7 AGUA DULCE	128
2.8 AGUA SALADA	133
<i>Sistema de achique</i>	134
2.9 SISTEMA DE ESCAPE	137
2.10 RECONSTRUCCIÓN DEL CASCO	139
2.11 ESCANTILLÓN	153
<i>Factores de diseño</i>	154
<i>Espesor mínimo o masa del reforzado para el casco</i>	157
<i>Puntos de amarre</i>	159
CAPÍTULO 3: CONCLUSIONES	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXO 1 – PRIMER CONTRATO	166
ANEXO 2 – SEGUNDO CONTRATO.....	170
ANEXO 3 – TERCER CONTRATO	173
ANEXO 4 – ABANDERAMIENTO EN ESPAÑA DE UNA EMBARCACIÓN COMUNITARIA.....	176
ANEXO 5 – CLOSED TRANSCRIPT OF REGISTRY OF A BRITISH SHIP	178
ANEXO 6 – PRESUPUESTO ISONAVAL	181
ANEXO 7 – TASA DE MATRICULACIÓN	184
ANEXO 8 – SOLICITUD DE MATRICULACIÓN/ABANDERAMIENTO.....	187
ANEXO 9 – MATERIAL DE SEGURIDAD	190
ANEXO 10 – PLANO DE CURVAS	193
ANEXO 11 – PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL.....	195
ANEXO 12 – PLANO DE DE CORRIENTE CONTINUA.....	197
ANEXO 13 – PLANO DE COMBUSTIBLE.....	199
ANEXO 14 – PLANO DE CORRIENTE ALTERNA	201
ANEXO 15 – PLANO DE AGUA DULCE.....	203
ANEXO 16 – PLANO DE AGUA SALADA Y ACHIQUE	205

Listado de Figuras

FIGURA 1. ENTRADA A PUERTO HALVE MAAN EN RODA DE BARÀ – FUENTE: PROPIA.....	1
FIGURA 2. ESLORA DE CASCO – FUENTE: ISO 8666:2019	7
FIGURA 3. NÚMERO CIN – FUENTE: ISO 10087:2006.....	22
FIGURA 5. ORGANIGRAMA FUENTE MINISTERIO DE FOMENTO – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO	29
FIGURA 6. ORGANIGRAMA CAPITANÍAS – FUENTE: FOMENTO DE ESPAÑA.....	31
FIGURA 7. HALVE MAAN FUERA DEL AGUA – FUENTE: PROPIA.....	69
FIGURA 8. HALVE MAAN PINTADO – FUENTE: PROPIA.....	70
FIGURA 9. TRAZADO DIMENSIONES BÁSICAS DEL CASCO – FUENTE: PROPIA	71
FIGURA 10. TRAZADO INICIAL TRIDIMENSIONAL – FUENTE: PROPIA.....	72
FIGURA 11. LÍNEAS DE AGUA INICIALES – FUENTE: PROPIA	72
FIGURA 12. CUADERNAS DE TRAZADO – FUENTE: PROPIA.....	73
FIGURA 13. CUADERNAS TRAZADAS – FUENTE: PROPIA	73
FIGURA 14. GRÁFICO DE CURVATURA EN POPA – FUENTE: PROPIA	74
FIGURA 15. CONTROL DE PUNTOS DE CONTROL – FUENTE: PROPIA.....	74
FIGURA 16. PROA CORREGIDA – FUENTE: PROPIA.....	75
FIGURA 17. PRIMER MODELO 3D – FUENTE: PROPIA.....	75
FIGURA 18. ANÁLISIS DE CURVATURA POR CEBREADO 1 – FUENTE: PROPIA.....	76
FIGURA 19. ANÁLISIS DE CURVATURA POR CEBREADO 2 – FUENTE: PROPIA.....	76
FIGURA 20. TRANSMISIÓN DE COTAS A MODELO 3D EN PROA – FUENTE: PROPIA.....	76
FIGURA 21. CASCO FINAL – FUENTE: PROPIA.....	77
FIGURA 22. RADIO METACÉNTRICO – FUENTE: WIKIPEDIA	78
FIGURA 23. SUMATORIO MOMENTOS – FUENTE: WIKIPEDIA	78
FIGURA 24. CONVEXIDAD DEL CASCO – FUENTE: MAXSURF MODELLER ADVANCED	80
FIGURA 25. CURVA DE ÁREAS HALVE MAAN – FUENTE: MAXSURF MODELLER ADVANCED	81
FIGURA 26. DRAFT ANALYSIS – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE.....	85
FIGURA 27. TRIMADO DE DISEÑO INICIAL (DESCARTADO) – FUENTE: PROPIA.....	86
FIGURA 28. BRAZO ADRIZANTE GZ – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY ENTERPRISE</i>	89
FIGURA 29. ÁNGULO DE ESCORA ESTABLE MÁXIMO – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY ENTERPRISE</i>	89
FIGURA 30. ESTABILIDAD TRANSVERSAL-RELACIONES – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY ENTERPRISE</i>	90

FIGURA 31. RESPUESTA DINÁMICA – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE	90
FIGURA 32. DATOS DE LA OLA SIMULADA – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE	91
FIGURA 33. ESFUERZOS LONGITUDINALES EN SALIDA DE PUERTO CON OLA DE 1,2M – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE	92
FIGURA 34. DATOS DE LA OLA SIMULADA – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE	93
FIGURA 35. ESFUERZOS LONGITUDINALES EN SALIDA DE PUERTO CON OLA DE 1,2M – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE	94
FIGURA 36. CURVA DE POTENCIA-PAR MOTOR DAF PACCAR 6C 160KW – FUENTE: DAF MOTORS	95
FIGURA 37. COMPONENTES DE RESISTENCIA AL AVANCE – FUENTE: USNA.EDU	96
FIGURA 38. RESISTENCIA TOTAL VS VELOCIDAD EN NUDOS – FUENTE: MAXSURF STABILITY ENTERPRISE.....	97
FIGURA 39. CAVITACIÓN HIDRODINÁMICA DE TIPO PUNTA DE PALA – FUENTE: SCHIFFBAU-VERSUCHSANSTALT	98
FIGURA 40. GRÁFICO DE PASO DE LA HÉLICE – FUENTE: FAO.ORG.....	99
FIGURA 41. GRÁFICA DE DIÁMETRO DE LA HÉLICE – FUENTE: FAO.ORG	100
FIGURA 42. PROPULSOR DE TRES ASPAS DE BRONCE – FUENTE: VETUS	100
FIGURA 43. CURVAS DE CARENA – FUENTE: MAXSURF MODELLER ADVANCED	101
FIGURA 44. PROPUESTA DE COCINA INICIAL – FUENTE: PROPIA.....	102
FIGURA 45. CONFIGURACIÓN DE TRAZADO – FUENTE: PROPIA.....	103
FIGURA 46. INICIO DE RENDERIZADO, BARCO AZUL (DESCARTADO) – FUENTE: PROPIA	104
FIGURA 47. CUBIERTA INFERIOR – FUENTE: ADOBE ILLUSTRATOR	104
FIGURA 48. CUBIERTA MEDIA – FUENTE: ADOBE ILLUSTRATOR	105
FIGURA 49. CUBIERTA EXPUESTA – FUENTE: ADOBE ILLUSTRATOR	105
FIGURA 50. VISTA LATERAL – FUENTE: ADOBE ILLUSTRATOR	106
FIGURA 51. VISTA FRONTAL DES DE PROA Y ALTURA DE LAS CUBIERTAS – FUENTE: ADOBE ILLUSTRATOR	107
FIGURA 52. INVERSOR DE CC A CA – FUENTE: SIEMENS	108
FIGURA 53. CONEXIÓN DE BATERÍAS EN PARALELO – FUENTE OCEANAUATICA.ES	111
FIGURA 54. PLACA SOLAR AMORFA ENCIMA DE UN TOLDO – FUENTE: CAPAENERGY	113
FIGURA 55. ESQUEMA PLACAS SOLARES – FUENTE: LAGOON LG4SB	114
FIGURA 56. HIDROGENERADOR – FUENTE WATTANDSEA.....	115
FIGURA 57. HIDROGENERADOR - FUENTE WATTANDSEA.....	116
FIGURA 58. ESQUEMA CC – FUENTE ANEXO 12.....	117
FIGURA 59. INTERRUPTOR ROTATIVO DE TRES ESTADOS – FUENTE: OMRON.....	118
FIGURA 60. PLACA DE TOMA DE TIERRA A BORDO – FUENTE: BALEARIA.....	118
FIGURA 61. FUEGO DE SAN TELMO – FUENTE: PINTEREST.....	119
FIGURA 62. ESQUEMA DE CORRIENTE ALTERNA – FUENTE: ANEXO 14	120

FIGURA 63. CURVAS DE DISPARO FUENTE – SIEMENS.....	121
FIGURA 64. EJEMPLO VARIACIÓN RESISTENCIA EN UN CABLE DE COBRE – FUENTE: FISIMAT	123
FIGURA 65.- DRIP LOOP – FUENTE: VOLVO PENTA.....	125
FIGURA 66. MOTOR MARINO CON FILTRO CENTRÍFUGO EN SERIE DE FILTRO ENROSCABLE – FUENTE: BOATS.COM	126
FIGURA 67. DIAGRAMA DE PRESIONES CICLO DIESEL – FUENTE: CLAUDIO MATAIX.....	126
FIGURA 68. SERVICIO DE COMBUSTIBLE – FUENTE: ANEXO 13.....	127
FIGURA 69. TAPÓN DE COMBUSTIBLE DE CUBIERTA – FUENTE: ELECTRONICANAUTICABALEAR	128
FIGURA 70. ESQUEMA AGUA DULCE – FUENTE: ANEXO 15	129
FIGURA 71. LEYENDA PLANO AD – FUENTE: ANEXO 15	129
FIGURA 72. CALDERÍN Y VÁLVULA DE PRESIÓN – FUENTE: FONDEAR.ORG.....	130
FIGURA 73. ESQUEMA DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS – FUENTE: ANEXO 15.....	131
FIGURA 74. CALENTADOR DE AGUA DEL MP – FUENTE: BENETEAU OCEANIS	132
FIGURA 75. REFRIGERACIÓN INDIRECTA – FUENTE: VOLVO PENTA	133
FIGURA 76. CAMBIO DE IMPELLER DE AD – FUENTE: SOLÉ DIESEL.....	134
FIGURA 77. ESQUEMA BOMBA DE SENTINA AUTOMÁTICA – FUENTE: DEPOSITOHIDROGRAFICO	135
FIGURA 78. DISPOSICIÓN DE AGUA SALADA – FUENTE: ANEXO 16.....	136
FIGURA 79. LEYENDA DE ESQUEMA AGUA SALADA – FUENTE: ANEXO 16	136
FIGURA 80. SISTEMA DE ESCAPE CON EL PUNTO C DEBAJO DE FLOTACIÓN – FUENTE: VETUS	138
FIGURA 81. HALVE MAAN EN EL 2007 – FUENTE: PROPIA	139
FIGURA 82. MEDICIÓN DE ESPESOR POR ULTRASONIDOS – FUENTE: SGS	140
FIGURA 83. MEDIDAS ESPESORES PROA – FUENTE: PROPIA	141
FIGURA 84. SUSTITUCIÓN CHAPA CASCO – FUENTE: PROPIA	142
FIGURA 85. MEDICIONES DE CINTÓN – FUENTE: PROPIA	143
FIGURA 86. POPA HALVE MAAN – FUENTE: PROPIA	144
FIGURA 87. GRIFO DE FONDO – FUENTE: PROPIA.....	144
FIGURA 88. CAPA DE LIXIVIACIÓN – FUENTE: PROPIA.....	146
FIGURA 89. EMISIÓN DE ULTRASONIDOS – FUENTE: FONDEAR.....	147
FIGURA 90. FLECTOR PURO – FUENTE: SCRIBD	148
FIGURA 91. REPRESENTACIÓN ZONA ELÁSTICA – FUENTE: INGMECANICA	151
FIGURA 92. REPRESENTACIÓN ZAT– FUENTE: SGS	151
FIGURA 93. BOCINA POR EL INTERIOR – FUENTE: PROPIA.....	152
FIGURA 94. BOCINA HÚMEDA – FUENTE: SOLÉ DIESEL.....	152
FIGURA 95. FIESTA SOBRE LA CUBIERTA DEL HALVE MAAN – FUENTE: METELLO.BLOG	158

Listado de Tablas

TABLA 1: FASES DEL PROYECTO	4
TABLA 2. CONVENIOS DE NORMATIVA INTERNACIONAL – FUENTE DGMM	16
TABLA 3. CONVENIOS INTERNACIONALES – FUENTE: IMO.ORG	17
TABLA 4. ZONAS DE NAVEGACIÓN – FUENTE: RD 1434/1999	20
TABLA 5. CATEGORÍAS DE DISEÑO Y ZONAS DE NAVEGACIÓN – FUENTE: RD 98/2016.....	21
FIGURA 4. PLACA DEL CONSTRUCTOR – FUENTE: ISO 14945:2004	23
TABLA 6. CATEGORÍA DE DISEÑO – FUENTE: RD 98/2016.....	24
TABLA 7. TIPOS DE RECONOCIMIENTOS Y SU PERIODICIDAD – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO	47
TABLA 8: ELEMENTOS DE SEGURIDAD POR ZONA DE NAVEGACIÓN – FUENTE: RD: 1407/1992.....	55
TABLA 9: ELEMENTOS DE SEGURIDAD POR ZONA DE NAVEGACIÓN – FUENTE: 1407/1992	55
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DE LÍNEA DE FONDEO – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO.....	56
TABLA 11. MATERIAL DE SEGURIDAD – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO	57
TABLA 12. EXTINTORES EN EMBARCACIONES DE RECREO – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO	59
TABLA 13. NORMATIVA EXTINTORES – FUENTE: RD 1434/1999	60
TABLA 14. BALDES CONTRA INCENDIOS – FUENTE: RD 1434/1999	61
TABLA 15. DESCARGAS DE AGUAS – FUENTE: RD 1434/1999.....	64
TABLA 16. TABLAS HIDROSTÁTICAS – FUENTE: MAXSURF MODELLER ADVANCED	80
TABLA 17. DIVISIONES DIMENSIONALES – FUENTE: MAXSURF MODELLER ADVANCED	80
TABLA 18. VALORES INERCIALES – FUENTE: PROPIA	81
TABLA 19. RESISTENCIA Y POTENCIAS VS VELOCIDADES – FUENTE: MAXSURF RESISTANCE	83
TABLA 20. GRÁFICAS DE RESISTENCIA – FUENTE: MAXSURF RESISTANCE	84
TABLA 21. SALIDA DE PUERTO – FUENTE: PROPIA	85
TABLA 22. SALIDA DE PUERTO – FUENTE: PROPIA	85
TABLA 23. TABLA DE VALORES EN SALIDA DE PUERTO O PLENA CARGA – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY ENTERPRISE</i>	87
TABLA 24. TABLA DE VALORES EN LLEGADA A PUERTO FUENTE – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY ENTERPRISE</i>	88
TABLA 25. ESFUERZOS LONGITUDINALES EN CONDICIÓN DE SALIDA DE PUERTO CON OLA DE 1,2M – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY</i>	92
TABLA 26- ESFUERZOS LONGITUDINALES EN CONDICIÓN DE SALIDA DE PUERTO CON OLA DE 3M – FUENTE: <i>MAXSURF STABILITY</i>	94
TABLA 27. ALTURA DE SUELO DE CUBIERTAS – FUENTE: PROPIA.....	101

TABLA 28. BALANCE ELÉCTRICO DEL BARCO – FUENTE: PROPIA.....	111
TABLA 29. DESCARGA DE BATERÍAS POR SU TIPOLOGÍA – FUENTE: VETUS.....	112
TABLA 30. FICHA TÉCNICA DE LA PLACA SOLAR MX FLEX – FUENTE: CAPENERGY	114
TABLA 31. FICHA TÉCNICA HIDROGENERADOR – FUENTE: WATTANDSEA	115
TABLA 32. COMPARATIVA AMERICAN GAUGE SYSTEM CON UNIDADES DEL SI – FUENTE: REFIT-DM.BLOGSPOT	122
TABLA 33. REQUISITOS DE BOMBAS DE SENTINA – FUENTE: UNE-EN-ISO 15083:2003.....	135
TABLA 34. DESCARGAS PERMITIDAS – FUENTE: MINISTERIO DE FOMENTO	137
TABLA 35. PASACASCOS - FUENTE: UNE-EN ISO 9093-1:1994.....	147
TABLA 36. TABLA PROPIEDADES – FUENTE: INGMECANICA	149
TABLA 37. VALORES KDC – FUENTE: ISO 12215-6.....	154
TABLA 38. TABLA 14 FACTORES DE ESPESOR MÍNIMO – FUENTE: ISO 12215-6	157
TABLA 39. ESPESOR MÍNIMO DE CUBIERTA – FUENTE: ISO 12215-6	157
TABLA 40. TENSIONES DE DISEÑO PARA UN COSTADO METÁLICO – FUENTE: ISO 12215-6	159

Capítulo 1. Proceso de matriculación

1.1 Antecedentes

El presente proyecto empieza cuando Marina Gatell Poch, actriz catalana de teatro, cine y televisión halla el barco en el puerto de Garraf en febrero de 2017. Siente curiosidad por el barco, ya que este difiere claramente en estilo a todos los demás del puerto, y decide ir a solicitar información.

El barco se llama Halve Maan, motovelero fabricado en Holanda como velero en 1914, con bandera inglesa por aquel entonces, 17,2m de eslora, 4,45 de manga y casco de acero remachado.



Figura 1. Entrada a puerto Halve Maan en Roda de Barà – Fuente: Propia

Claramente se aprecia que el estado del barco necesita inminentes reparaciones. Aún así, Gatell decide quedárselo, con la intención de repararlo y posteriormente usarlo con fines culturales.

El precio por lo que lo obtuvo fueron 3.379,48€, con el barco y todo lo que contenía en su interior y registrado en pabellón inglés. Fue prácticamente imposible contactar de nuevo con el anterior dueño, Daniel Scott.

El siguiente paso es buscar implicados en el proyecto, dado que un barco de 17,2m de eslora de casco es una seria inversión para una sola persona y se cree más lógico compartirlo, así como compartir los gastos, o por el motivo más importante: unir los esfuerzos de todos para hacer el proceso más llevadero y que pueda tener un fin social.

En un primer contrato figuran 13 personas del mundo del arte, contrato de Ken Hardy, el vendedor, a estas 13 personas se adjunta como Anexo 1. Años después, dada la inactividad de avances, 11 personas

se desentienden del proyecto por lo que con un contrato venden su parte de la propiedad del barco a Nicolau Mallol y Marina Gatell, ambos ya figuraban en el primer contrato. Este segundo contrato se adjunta también como Anexo 2. En un tercer contrato más reciente y no existiendo ninguno más por el momento, del 17 de diciembre del 2018, Marina y Nico venden el 60% de la propiedad del barco a tres personas más, quedando una distribución de 20% de propiedad por persona. Estas cinco personas de aquí en adelante serán nombrados como los socios.

Los socios son: Bernat Saumell (director de cine), Marina Gatell (actriz), Laureano Nomen (ingeniero y armador), Nicolau Mallol (Armador) y Javier Pérez (Director de teatro). Se adjunta el último contrato como Anexo 3.

Ya definidos los socios y mentalizados a realizar el *refit*¹ del barco, conociendo ya desde un punto de vista realista que este es un proceso lento (dadas las circunstancias), antes de empezar se decide unánimemente buscar algún tipo de implicación institucional, por dos motivos principales:

- 1- Compartir la oportunidad de hacer el seguimiento de dicho proyecto (ya que un documental de la reforma está en proceso).
- 2- Ninguno de los socios tiene conocimientos de tecnología naval des del punto de vista ingenieril, mientras que si des del punto de vista práctico.

Es así como acuden al profesor del autor y tutor del TFG, José Manuel Robledano Esteban, Ingeniero Superior Naval y Oceánico, trabajando en la DGMM² de Tarragona como PSC³ Allocator y jefe de inspección. J.M. Robledano también es personal docente e investigador en la Facultad Náutica de Barcelona – Universidad Politécnica de Cataluña, motivo por el cual propone en clase de Proyectos Navales, una de las asignaturas que imparte, si existe algún voluntario a realizar el TFG con él, que se trata de una reforma de un motovelero de acero remachado.

Con solo esta información, me animo a dirigir el proceso de matriculación del barco; dada mi trayectoria (Técnico Superior en Mecatrónica) decido matricular este proyecto como TFG⁴.

El primer contacto de los socios en la facultad se produce cuando Bernat y Marina vienen el 4 de abril de 2019 a dar una presentación sobre el barco con el fin de animar a algún alumno a hacer de ese proceso su Proyecto Final de Carrera. Sin saber estos que ya había un voluntario, después de la presentación el profesor me presenta a los socios.

El *modus operandi* estaba definido. Al involucrar un producto final, antes de la matriculación del proyecto (que dura un cuatrimestre) alumno y socios ya empezamos a trabajar con el proceso que se especifica en este proyecto.

¹ Refit: reforma naval

² DGMM: Dirección General de la Marina Mercante

³ PSC: Port State Control

⁴ TFG: Trabajo de Final de Grado

Durante los siguientes 4 meses no hay contacto físico, pero sí telemático debido a un accidente de tráfico que me dejó sin poder andar durante este período, por lo que me dedico a reunir información legal tan pronto salgo del hospital.

1.2 Introducción

Después de una reunión entre todos los implicados en octubre de 2019 y habiendo visitado el barco, se decide el proceso más lógico a seguir desde el punto de vista ingenieril y acatando los consejos del profesorado, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Esta tabla resume las particiones del proyecto de reforma como tal que se han efectuado o se van a efectuar en la realidad con el objetivo de marcar un proceso lineal y unos hitos reconocibles.

A pesar del orden de la tabla que se muestra a continuación de las fases que se efectúan en el barco, este proyecto está redactado siguiendo una estructura más lógica para un informe técnico.

Un ejemplo de esto es que en la vida real el material de seguridad se instala como último paso (barco ya reformado) y en este proyecto se calcula antes de incluso obtener planos del barco. Esto no es más que un orden lógico para facilitar la lectura y mantener un orden lineal, además de no mezclar temas abruptamente.

Las particiones o fases son consecutivas. No se pasa a estudiar con detalle la siguiente sin estar la anterior finalizada también al detalle, con el objetivo de marcar un proceso lineal y evitar un proceso caótico e incierto.

En la siguiente tabla se definen los objetivos de cada partición al finalizar su estudio y/o proceso.

También se indica con qué mínimos se puede proceder a entrar en la partición actual:

Fases	Objetivos	Mínimos para iniciar
Fase 0 Abanderamiento	-Escantillonado básico -Abanderamiento en España (provisional a definitivo) -Overview de precios -Vaciado por dentro del barco -Hallar varadero	-Existencia del barco -Flotabilidad del barco
Fase 1 Restauración casco y motor	-Reparación cinturón casco -Substitución zonas de poca espesor del casco -Repaso de soldadura en uniones de chapa (remaches del 1914 poco fiables) -Chorroado casco -Sand-Blasting en el casco	-Barco abanderado

Fases	Objetivos	Mínimos para iniciar
Fase 1 Restauración casco y motor	-Imprimación/pintura/ <i>antifouling</i> -Substitución eje, chumacera y bocina -Mantenimiento motor diesel	-Barco abanderado
Fase 2 Proyecto técnico	-Proyecto técnico -Hitos (6ª lista, categoría de diseño, zona de navegación) -Escantillón después de reparación -Reparación estructural (si procede) -Escaneado 3D (obtención de formas)	-Casco reparado según normativa
Fase 3 Instalación de sistemas	-Instalación servicio agua dulce -Instalación servicio eléctrico -Instalación servicio aguas grises y negras -Instalación de tanques	-Motor funcional -Casco reparado -Proyecto redactado y en ejecución -Planos de servicios
Fase 4 Madera	-Habilitación interior -Jarcias y velas	-Todo instalado -Plano vélico
Fase 5 Seguridad y radio	-Instalación material de seguridad	-Barco operativo según normativa
Fase 6 Final del proceso e inicio de un nuevo barco	-Inspección y habilitación del marcado CE post-construcción -Abanderamiento definitivo	-Barco operativo según normativa -Material de seguridad según zona de navegación

Tabla 1: Fases del proyecto

El objetivo final es obtener un barco con una reconstrucción calculada que cumpla con los requisitos normativos actuales, mejorando la operatividad y mantenibilidad de los sistemas que lo forman, así como una mejora estética interior y exterior. Esta aclaración es debida a que una restauración como tal solo consigue dejar el barco en un estado anterior. Es decir, lo equivalente en industria a un mantenimiento 0 horas.

Objetivos:

Islas Baleares: Si bien el barco va a tener una navegación tranquila, con el habitual costeo que desean los socios o para permanecer tranquilamente a bordo, es una meta que después de la reparación el barco esté preparado por categoría de diseño y zona de navegación para llegar a las islas Baleares, por motivos personales de uno de los socios.

Fiabilidad: La fiabilidad se puede medir como el tiempo medio entre ciclos de mantenimiento o el tiempo medio entre dos fallos consecutivos (MTBF⁵).

Suponiendo un número N de componentes operando durante un tiempo T, el componente i-ésimo no habrá tenido ni averías, por lo que definiendo tasa de fallos como

$$\bar{n} = \sum_{i=0}^N \frac{n_i}{N}$$

Es decir, la tasa de fallos será:

$$\text{Tasa de fallos TF (\%)} = \frac{\text{num.Fallos}}{\text{num.Unidades Probadas}} \cdot 100$$

$$\text{Tasa de fallos TF (N)} = \frac{\text{num.Fallos}}{\text{Tiempo Total Funcionamiento}} \cdot \left[\frac{1}{h}\right]$$

Siendo MTBF el cociente entre T y \bar{n}

$$\text{MTBF} = \frac{T}{\bar{n}}$$

Que es lo mismo que

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\text{TF(N)}} [h]$$

Por lo tanto obtenemos un tiempo medio entre fallos o MTBF bastante corto, debido a que en la descomposición en bloques serie-paralelo de los sistemas del Halve Maan se obtienen muchos sistemas en serie. Eso significa que si uno se inutiliza, se inutiliza también la navegación o la posibilidad de residir en el barco. Un ejemplo es si se rompiera el timón, jarcia de labor, vía de agua, red eléctrica, iluminación, etc.

Se conoce que hubo una restauración parcial en el 2018, pero al no ser esta total, las principales reformas que se exponen en el proyecto se deben realizar igualmente. Por ejemplo, se pintó el casco sin retirar óxido ni reparar zonas débiles (el casco tiene un espesor más o menos uniforme exceptuando zonas muy concretas de poca superficie). El estado previo a la reparación del casco bajo la tutela de UPC era oxidado y seguía teniendo estos puntos débiles. Al ser una cadena tan fuerte como su eslabón más débil

⁵ MTBF: Mean Time Between Failures

esto era un problema a arreglar de raíz. Como este existen tantos ejemplos como reparaciones o sustituciones se le han hecho al barco.

El objetivo final es no tener averías frecuentes, y la mentalidad del proyecto incitada por el autor (al haber trabajado este en *Reverter Indústries*.⁶ es muy clara. Hacer las cosas bien, y una sola vez. Eso se traduce a lo que en teoría de estudio estadístico del mantenimiento se llama mantenimiento 0 horas, y en el barco se traduce a no hacer una restauración, sino una reforma.

La diferencia entre restauración y reforma es que una restauración tiene como objetivo dejar el objeto en su estado original, sin modificaciones. Una reforma implica cambios, que a su vez se van a traducir en fiabilidad.

-Servicios nuevos (eléctrico, tuberías): Ya que se prevé vaciar el barco, sustituir y recalcular tuberías de agua sanitaria, salada, deshechos y la red eléctrica, por el precio del material normalizado que compone estos sistemas se opta por consejo del estudiante de sustituirlos para así no requerir mantenimiento constante y facilitar reparaciones y recambios en vez de estar obligado a buscar piezas de recambio que difícilmente van a ser encontradas. Un ejemplo de esto es la bomba de agua dulce. Un recambio sencillo si la tubería está normalizada, un problema si no es el caso. También se valora por temas de salud o contraincendios (baja fiabilidad de componentes tan viejos).

- Energías renovables: Ya que está previsto que el barco haga navegaciones largas (aunque sea costean-do) se quiere disponer de energía para necesidades básicas sin tener que arrancar el motor. Una alternativa para que pueda ser así son las energías renovables. Se entra en detalle en la decisión y su justificación del hidrogenerador⁷.

-Posibilidad de efectuar chárter⁸ : Una embarcación de estas dimensiones conlleva muchos gastos, por lo que para mitigar el efecto que tenga sobre su economía personal se quiere que el barco se pueda fletar. Para acabar de impulsar esta decisión, dos de los socios trabajan o han trabajado como capitanes de embarcaciones de recreo. Esto se traduce a que el barco vaya a ser matriculado con lista 6ª.

-12 Pasajeros: Se quiere tener la posibilidad de tener 12 pasajeros, con la definición de pasajero que se da en las definiciones del Real Decreto 1837/2000.

-Atractivo estético: El barco va a disponer al final del proceso de muchos cambios visibles y no visibles. Se busca hallar el equilibrio entre lo nuevo y lo clásico. Es decir, transformar la embarcación en algo más fiable y óptimo sin renunciar al estilo clásico, a la vez que evitando que se luzca viejo con la mala connotación que conlleva en sí la palabra. En el Apartado 2.4 Modelo 2D se ilustra cómo se ha encontrado este punto de inflexión.

⁶ *Reverter Indústries*: Empresa de Alcanar que entre otras actividades se dedica al mantenimiento industrial.

⁷ Generador eléctrico en forma de motor fueraborda que obtiene la energía del agua en movimiento.

⁸ Chárter: Alquiler de embarcaciones con fines lucrativos.

1.3 Marco legal

Como primer estudio, previo al Proyecto Técnico, es necesario saber qué normativa se aplica al Halve Maan y, por ende, qué requerimientos técnicos (o normas técnicas) debe cumplir obligatoriamente por motivos de seguridad o legalidad.

Así que surge la siguiente duda.

¿Qué es el Halve Maan actualmente?

La respuesta es: un barco con bandera y matrícula inglesa caducadas, sin marcado y sin planos. Eso sin mencionar las evidentes reparaciones que necesita, así como la instalación de ciertos sistemas (eléctrico a bordo por ejemplo).

Así se aprecia que la pregunta a formular no es qué es sino qué queremos que sea. Un punto de partida evidente es que si la DGMM⁹(Dirección General de la Marina Mercante) acepta proyectos de barcos ya construidos, y en el caso del Halve va a requerir uno, se debe centrar el proyecto en la clasificación en la que se va a abanderar el barco.

Por motivos justificados y funcionales en el Apartado 1.12 Documentación Requerida, se decide que el Halve Maan va a ser una embarcación de recreo, dada su eslora (menor a 24m), por lo que se enfoca el trabajo considerando este aspecto. La alternativa era que sea buque de pasaje o embarcación histórica, pero las opciones son o poco posibles o no funcionales.

El Real Decreto 1434/1999 del 10 de septiembre¹⁰, establece como embarcaciones de recreo aquellas de todo tipo, con independencia de su medio de propulsión, que tengan una eslora de casco comprendida entre 2,5 y 24 metros, proyectadas y destinadas para fines recreativos y deportivos, y que no transporten más de 12 pasajeros.

Se encuentra la misma definición de eslora de casco para embarcaciones con marcado UE por la norma UNE-EN-ISO 8666:2019.

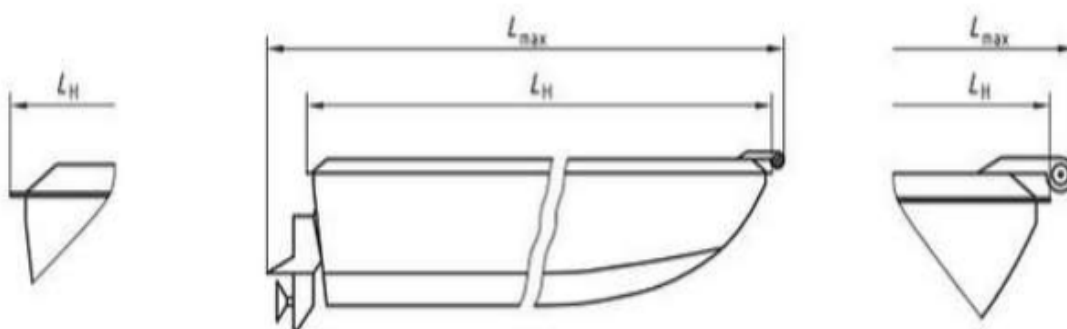


Figura 2. Eslora de Casco – Fuente: ISO 8666:2019

⁹ DGMM: Dirección General de la Marina Mercante.

¹⁰ RD 1434/1999 de 10 de septiembre, por el que se establecen los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo para garantizar la seguridad de la mar y se determinan las condiciones que deben reunir las entidades colaboradoras de inspección.

Un concepto diferente de embarcación de recreo aparece en el Real Decreto 1435/2010, de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques, ya que quedan comprendidas en esta definición también las embarcaciones que sean utilizadas con ánimo de lucro o con fines de entrenamiento para la navegación de recreo.

En el ámbito europeo, la Directiva 2013/53/UE incorporada al ordenamiento jurídico español con el Real Decreto 98/2016, describe a una embarcación de recreo como toda embarcación de cualquier tipo, con exclusión de las motos acuáticas, con independencia de su medio de propulsión, cuyo casco tenga una eslora comprendida entre 2,5 y 24 metros y proyectada para fines deportivos o recreativos.

Conocida la normativa, para que se trate de una embarcación de recreo tiene que cumplir:

-Eslora menor a 24m y mayor a 2.5m.

-12 pasajeros como máximo sin contar tripulación.

Para facilitar la comprensión del texto se menciona parte del Real Decreto 1837/2000, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles, adjuntando en el texto únicamente los apartados relacionados con el proyecto.

Como cita el RD¹¹:

“El artículo 86.5 de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, en su versión actual, modificada por la Ley 62/1997, de 26 de diciembre (en adelante LPEMM), encomienda al Ministerio de Fomento la competencia sobre ordenación y ejecución de las inspecciones y controles técnicos, radioeléctricos, de seguridad y de prevención de la contaminación del medio ambiente marino de todos los buques civiles españoles, de los que se hallen en construcción en España y de los extranjeros en los casos autorizados por los acuerdos internacionales.

Desde principios de siglo han sido tres las disposiciones normativas que, con rango de Real Orden, en primer lugar, y Decreto posteriormente, han constituido el marco legal para la ordenación y regulación de las actividades de inspección y certificación de buques. Por Real Orden de 25 de noviembre de 1909 se promulgó el Reglamento de reconocimiento de embarcaciones mercantes, sustituido más adelante por el Decreto 1362/1959, de 23 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de reconocimiento de buques y embarcaciones mercantes, ampliamente revisado por el Decreto 3384/1971, de 28 de octubre, cuya vigencia se ha extendido hasta la fecha.

El artículo 1-12 de este último preveía que los preceptos del Reglamento deberían ser periódicamente revisados, en plazos no inferiores a tres años ni superiores a diez, a fin de recoger las enseñanzas de la experiencia en su aplicación y llevar a cabo las modificaciones o adaptaciones que aconsejaran los adelantos tecnológicos. Tales previsiones, sin embargo, no se han cumplido y el Reglamento de 1971 se ha

¹¹ RD:Real Decreto

mantenido inalterado en lo sustancial, circunstancia que ha puesto de manifiesto su inadecuación a los avances técnicos y al marco jurídico existentes en la actualidad, tanto en el ámbito internacional como en el nacional.

En lo que afecta a la Organización Marítima Internacional, no sólo se ha producido la aparición de una nueva versión del Convenio internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (SOLAS), en vigor desde 1980, de trascendental importancia para el contenido del Reglamento, enmendada en la actualidad mediante un gran número de resoluciones y complementada con una extensa lista de Códigos internacionales de obligado cumplimiento de acuerdo con las disposiciones del convenio, sino que se han adoptado, han entrado en vigor y se han enmendado nuevos convenios de gran relevancia, como el Convenio internacional para prevenir la contaminación en el mar por los buques, MARPOL 73/78, y numerosos códigos, resoluciones, recomendaciones y directrices que afectan de forma directa o indirecta a la realización de actividades inspectoras de los buques.

Pero en esta materia es, si cabe, de mayor trascendencia el hecho de la incorporación de España a la Unión Europea, lo que requiere la adaptación del marco jurídico español al comunitario. En los últimos años ha sido adoptada, en forma de Directivas o Reglamentos, abundante normativa atinente a la seguridad marítima, que afecta sensiblemente a los contenidos relativos a la inspección y certificación de buques.

La rápida evolución de la normativa internacional requiere la elaboración de un nuevo Reglamento regulador de las funciones de inspección marítima y precisa, además, que se habilite un procedimiento de revisión de sus disposiciones, que permita incorporar de una forma ágil y rigurosa todas las modificaciones que se vayan produciendo.

Los profundos cambios que desde 1971, con la anterior Subsecretaría de Pesca y Marina Mercante, ha experimentado la organización administrativa, reclaman igualmente la adecuación de las actividades de inspección y control marítimos. La reorganización y modernización de la Administración marítima en el ámbito periférico, emprendidas a partir de la entrada en vigor de la LPEMM¹², con la creación de las Capitanías Marítimas como nuevos órganos periféricos de carácter exclusivamente civil, ha dado por concluida la delegación de funciones marítimas civiles que venían ejerciendo las Comandancias y Ayudantías Militares de Marina y ha establecido una separación clara de la gestión administrativa de la marina civil. De acuerdo con el Real Decreto 1246/1995, de 14 de julio, por el que se regula la constitución y creación de las Capitanías Marítimas, la adscripción de los servicios de inspección a dichas unidades ha dado lugar a la creación de las Áreas de Inspección Marítima. El nuevo régimen de las funciones de inspección y certificación de buques debe acomodarse, lógicamente, a dicha estructura organizativa.

El Reglamento de inspección y certificación de buques civiles que ahora se aprueba presenta, por lo demás, dos importantes novedades sistemáticas, que afectan a su ámbito de aplicación y a su contenido. Se amplía aquél, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 6.1.g) de la LPEMM, para comprender, además de las actividades inspectoras reguladas en el Reglamento de 1971, las inspecciones y

¹² LPMM: Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

controles radioeléctricos, las inspecciones operativas, los procedimientos de carga, descarga, estiba y desestiba de la carga a bordo del buque y las actividades, competencia y cualificación de la tripulación. No se recogen, por el contrario, buena parte de las reglas y disposiciones de carácter técnico, y por lo tanto cambiantes, que los capítulos II y III del anterior Reglamento regulaban con detalle, remitiendo su aprobación a las futuras normas de desarrollo del nuevo Reglamento.

Las normas de este Título son aplicables a los buques de pabellón español, a los que se construyen en España destinados a la exportación, a los buques de pabellón extranjero que entren en un astillero español para ser transformados o reparados y a los que hagan escala en puertos españoles.”

Cuyo artículo 2 de definiciones, dice:

“A los efectos de este Reglamento se entiende por:

A) De los convenios internacionales:

1. Convenio SOLAS: Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar 1974, junto con sus protocolos, modificaciones y códigos de carácter obligatorio en vigor.
2. Convenio MARPOL 73/78: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques 1973/1978, junto con el resto de sus protocolos, modificaciones y códigos de carácter obligatorio en vigor.

B) De los buques:

6. Flota civil española: el conjunto formado por la flota mercante nacional, la flota pesquera nacional, los buques de recreo y deportivos nacionales y los demás buques civiles españoles no incluidos en los supuestos anteriores, según queda definida en el artículo 7.1 de la LPEMM.

7. Zonas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción: se considerarán las definidas en el artículo 7.1 de la LPEMM.

A los efectos de este Reglamento se considerarán también buques civiles aquellos artefactos flotantes sin propulsión que, no siendo construidos con la misión específica de navegar, lo hayan sido para ser remolcados o para permanecer anclados.

9. Desplazamiento del buque: peso en toneladas del volumen del agua desplazada por el volumen de carena del buque.

13. Buque de recreo. Todo buque de cualquier tipo, con independencia de su modo de propulsión, cuya eslora de casco (L_h) sea superior a 24 metros, con un arqueo bruto inferior a 3000 GT y capacidad para transportar hasta 12 pasajeros sin contar la tripulación, destinado para la navegación de recreo, el turismo, el ocio, la práctica del deporte o la pesca no profesional, utilizado por su propietario o por cualesquiera otras personas mediante arrendamiento, contrato de pasaje, cesión o cualquier otro título.

14. Buque de pasaje: un buque que transporte más de doce pasajeros, según queda definido en la regla I/2.f del Convenio internacional SOLAS. A los efectos de este Reglamento se considerarán como buques de pasaje aquellos buques mercantes o de recreo que transporten más de doce pasajeros.

16. Buque de carga: todo buque mercante que no sea buque de pasaje ni buque para servicios de puerto.

17. Embarcación de recreo. Toda embarcación de cualquier tipo, con independencia de su medio de propulsión, cuyo casco tenga una eslora (L_h) comprendida entre 2,5 y 24 metros, medida según los criterios establecidos en la norma UNE-EN ISO 8666, utilizadas para fines deportivos, de ocio y para entrenamiento o formación para la navegación de recreo, aun cuando se exploten con ánimo de lucro.

18. Artefactos flotantes de recreo: embarcaciones proyectadas con fines recreativos o deportivos, de los siguientes tipos:

- a) Piraguas, kayacs, canoas sin motor y otros artefactos sin propulsión mecánica.
- b) Patines con pedales o provistos de motor con potencia inferior a 3.5 kw.
- c) Motos náuticas.
- d) Tablas a vela.
- e) Tablas deslizantes con motor y otros ingenios similares.
- f) Instalaciones flotantes fondeadas.

19. Pasajero, según queda definido en la regla I/2.e del Convenio internacional SOLAS, toda persona a bordo del buque excepto el capitán, los miembros de la tripulación u otras personas empleadas u ocupadas a bordo del buque en cualquier cometido relacionado con las actividades del mismo y los niños menores de un año de edad.

20. Eslora total para embarcaciones de recreo, (LTER): distancia medida paralelamente a la línea de agua de proyecto, entre dos planos perpendiculares a la línea de crujía: uno de ellos que pase por la parte más saliente a popa de la embarcación, y el otro por la parte más saliente a proa de la embarcación. Se incluyen todas las partes estructurales o integrales como son proas o popas metálicas o de madera, amuradas y uniones de casco con cubierta. Se excluyen todas las partes desmontables que puedan quitarse de forma no destructiva y sin afectar a la integridad estructural de la embarcación, por ejemplo palos o tangones, baupreses, púlpitos y otros extremos de la embarcación, elementos de gobierno, timones, motores fueraborda incluido soportes y refuerzos, transmisiones de motores dentro/fueraborda y propulsión jet, plataformas de buceo, plataformas de embarque, bandas de goma y defensas.

21. Eslora total: distancia medida paralelamente a la línea de agua de proyecto, entre dos planos perpendiculares a la línea de crujía: uno de ellos que pase por la parte más saliente a popa del buque, y el otro por la parte más saliente a proa del mismo.

22. Eslora (L): se considerará igual al 96 por 100 de la eslora total en la flotación correspondiente al 85 por 100 del puntal mínimo de trazado medido desde el canto superior de la quilla, o la distancia existente entre la cara proel de la roda y el eje de la mecha del timón en esa flotación, si esta última magnitud es mayor.

En los buques proyectados con quilla inclinada la flotación de referencia para medir la eslora será paralela a la flotación de proyecto.

En los buques menores de 15 m de eslora total, se podrá tomar como eslora L el 80 por 100 de dicha eslora total.

23. Puntal mínimo de trazado: distancia vertical medida de conformidad a lo dispuesto en el apartado 5 de la regla 3 del Convenio internacional de Líneas de Carga, 1966. Para buques pesqueros se tomará la

distancia vertical medida de conformidad a lo dispuesto en el apartado 8 del capítulo I del Convenio internacional de Torremolinos modificado por su Protocolo de 1993.

24. Arqueo en GT: arqueo del buque calculado de acuerdo al Convenio internacional de arqueo de buques, 1969, o el Reglamento CEE 2930/86 del Consejo, de 22 de septiembre, por el que se definen las características de los buques de pesca.

C) De la actividad inspectora:

25. Certificado: documento, expedido de conformidad a las disposiciones de este Reglamento, que acredita que el objeto o actividad inspeccionada cumple con la reglamentación nacional o internacional aplicable.

26. Renovación de un certificado: emisión de un nuevo certificado, con el plazo de validez que en el mismo se indique, una vez realizado con éxito el reconocimiento de renovación correspondiente a dicho certificado, prescrito en los instrumentos normativos que desarrollen este Reglamento.

28. Operador o empresa operadora del buque: a los efectos de este Reglamento, se entenderá toda persona física o jurídica que utilizando buques propios o ajenos, incluidos en su ámbito de aplicación, se dedique a la explotación de los mismos, aun cuando ello no constituya su actividad principal, bajo cualquier modalidad admitida por los usos internacionales, y que en consecuencia haya adquirido las obligaciones y responsabilidades relativas a la seguridad marítima y a la prevención de la contaminación del medio ambiente marino.

29. Entidad colaboradora: entidad autorizada por el Ministerio de Fomento a realizar ciertas actividades de inspección y control de la flota civil española, de conformidad a lo dispuesto en el artículo 86.5 de la LPEMM.

32. Cuadro de obligaciones y consignas para casos de emergencia: cuadro donde constará toda la información prescrita en la regla 53 del capítulo III del Convenio SOLAS. A los efectos de este Reglamento se entenderá que las referencias hechas por la LPEMM al cuadro orgánico para situaciones de siniestro en sus artículos 115.2.j) y 116.2.f) son hechas al cuadro de obligaciones y consignas para casos de emergencia.

33. Transformación, reforma o gran reparación: a los efectos de este Reglamento se entenderá cualquier transformación, reforma o cualquier otra modificación realizada en un buque que tenga o pueda tener influencia significativa sobre cualquier aspecto de la seguridad marítima o de la prevención de la contaminación del medio ambiente marino. También se entenderá aquellas reparaciones que se realicen a un buque o a uno de sus elementos como consecuencia de una avería, accidente, defectos detectados, funcionamientos defectuosos o simplemente como consecuencia de prácticas periódicas de reparación, y que tengan o puedan tener influencia significativa sobre cualquier aspecto de la seguridad del buque, así como sobre la prevención de la contaminación del medio ambiente marino. En este sentido se entenderá dentro de este concepto toda modificación que:

a) Altere las dimensiones o características principales del buque como la eslora, la manga, el puntal, su arqueo, etc.

b) Altere la capacidad del buque para el transporte de pasajeros o su capacidad para el transporte de carga.

- c) Prolongue apreciablemente la duración en servicio de un buque.
- d) Tenga influencia sobre la resistencia estructural del buque, sobre su estabilidad -bien al estado intacto o después de avería-, o sobre su compartimentado.
- e) Suponga un cambio del tipo de buque o de su grupo y/o clase.
- f) Afecte a las características principales de su maquinaria propulsora, o que g) Altere las características del buque hasta tal punto que con las nuevas pasaría a quedar sujeto a otras disposiciones o requisitos.

34. Reparación: a los efectos de este Reglamento se entenderá cualquier reparación que se realice a un buque o a uno de sus elementos como consecuencia de una avería, accidente, defectos detectados, funcionamientos defectuosos o simplemente como consecuencia de prácticas periódicas de mantenimiento, y que no tengan ni puedan tener influencia significativa sobre cualquier aspecto de la marítima del buque, así como sobre la prevención de la contaminación del medio ambiente marino.”

Por lo tanto, al no poseer el Halve Maan dichos documentos técnicos, se deberán calcular en un proyecto post-construcción marcado en el Capítulo 2- proceso de reforma.

Definiendo entonces que el Halve Maan se va a proyectar como embarcación de recreo dado que su normativa técnica a aplicar y por consiguiente magnitud de la reforma estructural es de menor que siendo un buque.

A pesar de ser la mayoría de los artículos de aplicación directa, se van a añadir en este proyecto los más relevantes con el fin de evitar una sobrecarga de información, o que en vez de un proceso de matriculación de una embarcación de recreo histórica sea un cúmulo de normativas. Un ejemplo de ello es el artículo 7 del RD, que regula el nombre del barco (obligatorio a partir de 12m de eslora).

El artículo de mayor incumbencia es el artículo 10 del mismo Real Decreto 1837/2000: Documentación requerida para el abanderamiento de las embarcaciones sin marcado CE.

Como dice el artículo:

“ 1. Respecto de las embarcaciones que carezcan del marcado CE, tanto nuevas, con la excepción de las construidas por aficionados, como aquellas existentes procedentes de países terceros o de subasta o hallazgos, que carezcan de documentación identificativa de la embarcación y del país de procedencia, se deberá obtener, previamente a su registro, el marcado CE, mediante un procedimiento de evaluación de la conformidad con posterioridad a su fabricación, regulado en el artículo 6.1 del Real Decreto 2127/2004, de 29 de octubre, por el que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo, de las motos náuticas, de sus componentes y de las emisiones de escape y sonoras de sus motores. Una vez obtenido dicho marcado, se podrá solicitar el registro presentando la documentación indicada en el artículo 9 de este real decreto.

2. Las embarcaciones existentes procedentes de la Unión Europea que carezcan del marcado CE, podrán registrarse siempre que se cumpla una de las condiciones siguientes:

- a) Que la embarcación disponga de un certificado de inspección de buques anterior al 2 de junio de 1992, expedido por la Dirección General de la Marina Mercante.
- b) Que la embarcación disponga de un certificado de homologación expedido por la Dirección General de la Marina Mercante.

c) Que la embarcación disponga de un certificado de construcción por unidades expedido por la Dirección General de la Marina Mercante.

d) Respecto de las embarcaciones que acrediten haber sido comercializadas en la Unión Europea antes del 16 de junio de 1998, la presentación de un proyecto elaborado y firmado por técnico titulado competente, en el que a juicio de la Administración marítima se demuestre que la embarcación cumple con lo establecido en la Orden FOM/1144/2003, de 28 de abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo, y, en la medida de lo posible, con las normas UNE armonizadas que se incluyen en el listado del anexo VIII. Asimismo, habrán de superar con resultado favorable el reconocimiento inicial realizado por la Administración marítima de acuerdo con lo establecido en el artículo 3.A del Real Decreto 1434/1999.

Las embarcaciones previamente registradas en otro Estado miembro de la Unión Europea que tengan menos de 25 años de antigüedad y una eslora inferior a 24 metros, podrán registrarse sin necesidad de presentar el correspondiente proyecto, siempre que la marca y el modelo figure en la base de datos de las embarcaciones homologadas por la Dirección General de la Marina Mercante, y, por parte de la Administración marítima, se someta la embarcación a un reconocimiento inicial, que será ampliado con el alcance de los reconocimientos periódicos definidos en el artículo 3.B del Real Decreto 1434/1999. e) Respecto de las embarcaciones que no acrediten haber sido comercializadas en la Unión Europea antes del 16 de junio de 1998, la obtención del marcado CE mediante un procedimiento de evaluación de la conformidad con posterioridad a su fabricación, de acuerdo a lo establecido en el artículo 6.1 del Real Decreto 2127/2004, de 29 de octubre, por el que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo, de las motos náuticas, de sus componentes y de las emisiones de escape y sonoras de sus motores.

3. En los supuestos considerados en el apartado anterior, el interesado podrá solicitar el registro presentando ante el distrito marítimo la documentación que se indica a continuación:

a) Certificado de inspección de buques o certificado de homologación o certificado de construcción por unidades o los requisitos que se indican en el apartado 2.d) o la obtención del marcado CE mediante un procedimiento que se indica en el apartado 2.e) de este artículo, según proceda.

b) Aportación del título de adquisición de la propiedad o del derecho de disfrute.

c) Certificado de baja en el registro del país de origen para las importadas previamente registradas en otro país o declaración responsable de que tal requisito no es necesario en ese país.

d) Autorización, en su caso, de conformidad con lo previsto en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, que acredite a otra persona física o jurídica para actuar en nombre del propietario.

e) Documentación acreditativa del pago o, en su caso, no sujeción o exención del Impuesto especial sobre determinados medios de transportes.

f) Justificante de ingreso de la tasa de inscripción en el Registro de matrícula de buques, regulada en la disposición adicional decimosexta de la Ley 27/1992.

g) Justificante del pago de la tasa de ayudas a la navegación regulada en el artículo 20 de la Ley 33/2010.”

Por lo tanto, sería un punto ideal disponer de la documentación requerida para obtener el marcado CE según el punto 2 apartado a), poseyendo un Certificado de Inspección expedido por la DGMM previo al 1992.

Otra alternativa sería el punto 2 apartado d), que consistiría en ya tener en nuestra posesión un Proyecto Técnico. Lamentablemente, y tal como se explica en los antecedentes de este proyecto, no se dispone de tal información ni documentación. Aún así, debido al proceso de reforma, es necesario igualmente un Proyecto Técnico firmado por un ingeniero naval superior y aprobado por una empresa con capacidad legal (en este caso Eurocontrol). Por lo tanto esto nos conduce al apartado e).

Son de importante relevancia los apartados 12 y 13 de la misma norma, que dicen:

“Artículo 12.

De la inscripción en el Registro de bienes muebles. Para la inscripción en el registro de las embarcaciones sujetas a este real decreto, no será exigible en ningún caso la inscripción en el Registro de bienes muebles.

Artículo 13.

Resolución del procedimiento de abanderamiento.

1. El procedimiento de abanderamiento finalizará mediante resolución del jefe de distrito marítimo, dictada en el plazo de un mes desde la presentación de la solicitud. La resolución, que será notificada al interesado, contendrá la autorización de su abanderamiento o su denegación motivada, conforme a la legislación vigente. Transcurrido el plazo señalado sin resolución expresa se entenderá desestimada la solicitud de abanderamiento.
2. En el caso de que la resolución sea desestimatoria, junto con su notificación al interesado se adjuntarán los documentos originales que hubieran acompañado a la solicitud de abanderamiento.
3. La resolución del jefe de distrito marítimo será susceptible de recurso de alzada ante el Director General de la Marina Mercante, cuya resolución pondrá fin a la vía administrativa y la misma podrá ser recurrida potestativamente en reposición ante el mismo órgano que la hubiera dictado o ser impugnada directamente ante el orden jurisdiccional contencioso-administrativo.”

Se conoce que uno de los socios inscribió el barco en bienes muebles. Según el artículo 12, este acto era innecesario. Se puede extrapolar que la información, normativa o marco legal aplicable en ocasiones y desde la ignorancia se tacha de excesiva, si bien estamos observando que es una poderosa guía que genera el mayor control, normalización y agilidad en el mundo naval, entre otros.

Según el artículo 13 punto 1, desde la matriculación de la embarcación como matrícula provisional a definitiva existe un plazo de un mes, pasado el cual será denegada por defecto si no se ha realizado la primera inspección. Esta información es importante para cuadrar las fechas estimadas de reformas y redacción o cálculo de proyecto.

De entre la normativa internacional de aplicabilidad en embarcaciones de recreo, destacan los siguientes puntos:

Convenio	Principales puntos que aplican
SOLAS	<p>Capítulo V del SOLAS dedicado a la seguridad en la navegación. Muchos aspectos de este capítulo aplican a todas las embarcaciones de recreo, entre ellas las siguientes reglas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Regla 34 sobre navegación segura y evitar situaciones de peligro: se deben contemplar los siguientes aspectos: Planificación de la navegación teniendo en cuenta la predicción meteorológica; Predicción de las mareas; Contemplación de las limitaciones propias de la embarcación respecto al equipo de seguridad a bordo; Formación de tripulación que acompaña al patrón ya que el frío, mareo y cansancio no permitirán realizar las tareas asignadas por el patrón; Peligros en la navegación; Plan de emergencia para saber cómo actuar en caso de una situación de peligro o emergencia; Comunicación efectiva con Salvamento Marítimo y puerto deportivo, informando a este último de nuestra planificación de la navegación. Regla 19 sobre el reflector de radar. Obligación de embarcaciones de menos de 150GT de llevar a bordo un reflector de radar para garantizar ser detectados por otros buques. El reflector de radar debe instalarse en la parte más alta de la obra muerta. Regla 29 sobre señales de salvamento. Obligación de llevar a bordo una tabla con las señales de emergencia para garantizar una comunicación efectiva en caso de rescate. Reglas 31,32 y 33 sobre asistencia a otras embarcaciones. Aviso a Salvamento Marítimo en caso de encontrar elementos que pueden causar daños a otras embarcaciones en su navegación. Regla 35 sobre <i>Empleo indebido de señales de socorro</i>. Utilizar las señales de socorro de una forma adecuada, segura y cuando sea necesario.
COLREG(RIPA)	Obligación para una correcta navegación de acuerdo con el Convenio COLREG (RIPA) equipando la embarcación con luces de navegación, marcas y señales acústicas para la navegación nocturna o a baja visibilidad.
MARPOL	Este convenio internacional sobre la prevención de la contaminación se aplica a todos los buques, incluidas las embarcaciones de recreo, controles y limitaciones sobre el vertido de residuos en el mar.
UNCLOS	Este convenio establece las aguas territoriales, si una embarcación está bajo las normas del país de bandera o bien bajo las normas del estado ribereño.

Tabla 2. Convenios de normativa internacional – Fuente DGMM

Norma	Definición
SOLAS	<p>Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974.</p> <p>El objetivo principal del Convenio SOLAS es establecer normas mínimas relativas a la construcción, el equipo y la utilización de los buques, compatibles con su seguridad. Los Estados de abanderamiento son responsables de asegurar que los buques que enarbolan su pabellón cumplan las disposiciones del Convenio, el cual prescribe la expedición de una serie de</p>

Norma	Definición
SOLAS	<p>certificados como prueba de que se ha hecho así. Las disposiciones relativas a la supervisión permiten también a los Gobiernos Contratantes inspeccionar los buques de otros Estados Contratantes, si hay motivos fundados para creer que un buque dado y su correspondiente equipo no cumplen sustancialmente las prescripciones del Convenio, siendo conocido este procedimiento como "supervisión por el Estado rector del puerto". La versión actual del Convenio SOLAS contiene disposiciones por las que se establecen obligaciones de carácter general, procedimientos de enmienda y otras disposiciones, acompañado de un anexo dividido en 14 capítulos.</p>
COLREG (RIPA)	<p>Convenio sobre el Reglamento internacional para prevenir los abordajes, 1972.</p> <p>El Reglamento de abordajes contiene 41 reglas divididas en cinco secciones: Parte A – Generalidades; Parte B – Rumbo y Gobierno; Parte C - Luces y Marcas; Parte D – Señales acústicas y luminosas; y Parte E – Exenciones. También consta de cuatro anexos que contienen prescripciones técnicas relativas a las luces y marcas y sus posiciones, los aparatos de señales acústicas, las señales adicionales para buques de pesca que se encuentren pasando muy cerca unos de otros, y las señales internacionales de peligro.</p>
MARPOL	<p>Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).</p> <p>El Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales.</p> <p>En el Convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos. En la mayoría de tales anexos figuran zonas especiales en las que se realizan controles estrictos respecto de las descargas operacionales.</p>
UNCLOS	<p>Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982.</p> <p>La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 (CONVEMAR), que entró en vigor el 16 de noviembre de 1994, es un tratado internacional que provee un marco de regulación para el uso de los mares y océanos del mundo, entre otros, para asegurar la conservación y utilización equitativa de recursos y del medio marino y para asegurar la protección y preservación de los recursos vivos del mar. La CONVEMAR también trata de otras materias tales como la soberanía, derechos de uso en zonas marítimas y derechos de navegación. A 10 de enero de 2014, 166 Estados han ratificado, adherido a, o sucedido en la CONVEMAR. Se puede acceder al texto completo y estado de la CONVEMAR a través de la División de las Naciones Unidas de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar.</p>

Tabla 3. Convenios internacionales – Fuente: imo.org

Requisitos de documentación

Para la normativa técnica aplicable de los documentos necesarios a obtener nos basaremos en el RD 1435/2010. Aún así en el Apartado 1.12 Documentación Requerida se engloba parte de esta documentación que es la que nos pide Capitanía Marítima para el abanderamiento, desde un punto de vista de usuario del barco. Al final es la capitanía correspondiente la que tiene la potestad de inscribir la embarcación en el registro y expedir el certificado de navegabilidad cuando acabe el proceso, pero como estudio del marco legal de este proyecto se cita la norma que aplica.

1.4 Listas de matrícula

El Real Decreto 1027/ 1989, de 28 de julio, sobre abanderamiento, matriculación de buques y registro marítimo, establece que la embarcaciones y buques, se inscribirán en unas determinadas listas en el Registro de Buques.

Prescribe el artículo 4 de la citada norma:

Artículo 4.

1. El registro de matrícula se llevará en varios libros foliados denominados listas en los que se registrarán los buques, embarcaciones y artefactos navales atendiendo a su procedencia y actividad, según se expresa:

-En la lista primera, se registrarán las plataformas de extracción de productos del subsuelo marino, los remolcadores de altura, los buques de apoyo y los dedicados al suministro a dichas plataformas que no estén registrados en otra lista.

-En la lista segunda, se registrarán los buques de construcción nacional o importados con arreglo a la legislación vigente que se dediquen al transporte marítimo de pasajeros, de mercancías o de ambos.

-En la lista tercera, se registrarán los buques de construcción nacional o importados con arreglo a la legislación vigente destinados a la captura y extracción con fines comerciales de pescado y de otros recursos marinos vivos.

-En la lista cuarta, se registrarán las embarcaciones auxiliares de pesca, las auxiliares de explotaciones de acuicultura y los artefactos dedicados al cultivo o estabulación de especies marinas.

-En la lista quinta, se registrarán los remolcadores, embarcaciones y artefactos navales dedicados a los servicios de puertos, radas y bahías.

-En la lista sexta, se registrarán las embarcaciones deportivas o de recreo que se exploten con fines lucrativos.

-En la lista séptima, se registrarán las embarcaciones de construcción nacional o debidamente importadas, de cualquier tipo y cuyo uso exclusivo sea la práctica del deporte sin propósito lucrativo o la pesca no profesional.

En la lista octava, se registrarán los buques y embarcaciones pertenecientes a organismos de carácter público tanto de ámbito nacional como autonómico o local.

En la lista novena o de registro provisional, se anotarán con este carácter los buques, embarcaciones o artefactos navales en construcción desde el momento que esta se autoriza, exceptuándose las embarcaciones deportivas construidas en serie, con la debida autorización.

Una atenta lectura del artículo permite sacar como primera conclusión que existen tres criterios determinantes a la hora de incluir una embarcación en una u otra lista:

Criterio de actividad a que se destina la embarcación, por el cual se clasificarán en las listas de PRIMERA a séptima.

Criterio de propiedad, el que determina que una embarcación, independientemente de su actividad, pueda ser inscrita en la lista octava.

Criterio temporal, la novena, en la que se incluyen todas las embarcaciones en construcción.

En cuanto a la inscripción en la lista octava, en una definición amplia del concepto de organismo de carácter público, podríamos incluir además de los propios de las entidades territoriales –estado, comunidades autónomas y ayuntamientos–, también a las de los organismos autónomos e incluso a las de entidades públicas empresariales y administraciones independientes. No se debe confundir el término de organismo de carácter público con el de entidad privada de utilidad pública.

Un ejemplo de ello sería el Ketch Barcelona, velero en propiedad de la Facultad de Náutica de Barcelona, que pertenece a la octava lista.

En lo que respecta concretamente a embarcaciones de recreo, debemos centrarnos en las listas sexta y séptima, cuyo enunciado vale la pena reiterar:

j) En la lista sexta, se registrarán las embarcaciones deportivas o de recreo que se exploten con fines lucrativos.

k) En la lista séptima, se registrarán las embarcaciones de construcción nacional o debidamente importadas, de cualquier tipo y cuyo uso exclusivo sea la práctica del deporte sin propósito lucrativo o la pesca no profesional.

Si se leen textualmente ambos artículos se genera la duda de si se está refiriendo al mismo tipo de embarcaciones. En la lista sexta se incluyen "las embarcaciones deportivas o de recreo" y en la lista séptima, "las embarcaciones de construcción nacional o debidamente importadas, de cualquier tipo y cuyo uso exclusivo sea la práctica del deporte sin propósito lucrativo o la pesca no profesional"

El primer precepto se refiere a embarcaciones de recreo o deportivas, y el segundo a las "de cualquier tipo y cuyo uso exclusivo.....deporte...". Significa ello que en la lista séptima se inscribe cualquiera que se use con la finalidad definida mientras que en la lista sexta las de recreo y deporte. Sería más claro que el enunciado del precepto se refiriera exactamente al mismo tipo de embarcaciones y se estableciera la idoneidad para ser inscrita en una u otra lista en función del carácter lucrativo o no de la navegación.

De cualquier forma, los precedentes existentes permiten sacar como conclusión que en una u otra lista se inscriben todo tipo de embarcaciones de recreo, siendo el factor determinante de la inclusión en una u otra de que se utilicen con fines privados o con fines lucrativos, es decir, dentro del ámbito de una actividad mercantil.

Corresponderá la lista sexta las que se destinen a otros usos lucrativos, que a nuestro entender, no tenga la calificación de transporte de pasaje o realicen otra actividad que las haga susceptibles de ser inscritas en otra lista. Por lo tanto, la lista objetivo en la que matricularse es esta.

1.5 Categoría de diseño y zonas de navegación

Las actuales Zonas de Navegación son las siguientes según el Real Decreto 1434/1999, de 10 de septiembre, por el que se establecen los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo para garantizar la seguridad de la vida humana en la mar y se determinan las condiciones que deben reunir las entidades colaboradoras de inspección.

	Zona de Navegación	Distancia a la costa
Navegación Oceánica	Zona 1	Ilimitada
Navegación en Alta Mar	Zona 2	Hasta 60 millas
Navegación en Alta Mar	Zona 3	Hasta 25 millas
Navegación en aguas costeras	Zona 4	Hasta 12 millas
Navegación en aguas costeras	Zona 5	Hasta 5 millas
Navegación en aguas costeras	Zona 6	Hasta 2 millas
Navegación en aguas protegidas	Zona 7	Aguas protegidas en general

Tabla 4. Zonas de navegación – Fuente: RD 1434/1999

Pero no cualquier embarcación puede aspirar a estas zonas de navegación. Para poder acceder a ellas, el material de seguridad obligatorio será evidentemente más exigente. se estudia este tema en el Apartado 1.14 Material de seguridad.

El material de seguridad no es el único factor, sino también la categoría de diseño, que tiene en cuenta factores constructivos como la altura de ola y escala de viento (*Beaufort*¹³) que puede soportar estructuralmente la embarcación.

Se establece la siguiente correspondencia entre las Categorías de Diseño de las embarcaciones con la marca 'UE' y las Zonas de Navegación en las que están facultadas para navegar, en función del equipo de seguridad que lleven a bordo:

¹³ Escala de Beaufort: Escala que categoriza en 12 niveles el viento, siendo el 0 menos de un nudo y el 12 más de 64 nudos.

Categoría de diseño (Anexo I.I del R.D. 98/2016)	Zonas de navegación correspondientes
A: Oceánicas	1,2,3,4,5,6,7
B: Alta Mar	2,3,4,5,6,7
C: Aguas costeras	4,5,6,7
D: Aguas protegidas	7

Tabla 5. Categorías de diseño y zonas de navegación – Fuente: RD 98/2016

Como consecuencia, una embarcación con categoría de diseño C nunca puede aspirar a estar habilitada para zona de navegación 3 aún poseyendo el material de seguridad.

Por el mismo motivo, el material de seguridad de un barco habilitado en zona 5 es menor a uno habilitado en zona 1. Aún así es común que los armadores preparen su barco con más material del mínimo requerido por seguridad.

Eso se considera si la embarcación dispone de marcado CE, que obligatoriamente debe tener al navegar por Europa. Por lo tanto aplica a todas las embarcaciones de recreo excepto casos puntuales (como embarcaciones históricas o tablas de surf).

1.6 Marcado UE

El Marcado UE supone una declaración de que un producto cumple con los requisitos de seguridad establecidos por la legislación de armonización de la Unión Europea para el producto en cuestión.

Desde el 16 de junio de 1998 todas las embarcaciones puestas por primera vez en el mercado comunitario, ya sean embarcaciones nuevas construidas dentro de la Unión Europea o embarcaciones importadas de terceros países – tanto nuevas como de segunda mano –, deben contar con Marcado CE. Posteriormente se ha ampliado el requisito de Marcado CE a las motos náuticas y a las emisiones sonoras y de escape, siendo este el cambio más significativo que ha sufrido la normativa desde entonces.

La normativa actualmente en vigor es la Directiva 2013/53/UE, aplicable desde el 18 de enero de 2016 y traspuesta al ordenamiento jurídico nacional en el Real Decreto 98/2016, de 11 de marzo, por el que se regulan los requisitos de seguridad, técnicos y de comercialización de las motos náuticas, embarcaciones deportivas y sus componentes.

Ámbito geográfico: La Directiva 2013/53/UE es de aplicación obligatoria en el territorio del Espacio Económico Europeo (EEE), que comprende la UE, Islandia, Noruega y Liechtenstein. Otros países la aplican por acuerdos particulares.

En cualquier caso el Marcado CE sobre un producto no indica en ningún caso su procedencia de la UE – ni del EEE – sino su conformidad con la legislación de armonización de la Unión Europea.

1.7 Documentación y marcas acreditativas

Para su comercialización o puesta en servicio una embarcación o moto certificada CE debe contar con las siguientes marcas de identificación:

Número de identificación (CIN)

Toda moto o embarcación debe llevar marcado de forma permanente un número de identificación HIN (del inglés *Hull Identification Number*), el cual consta de 14 caracteres que incluyen la información relativa al país del constructor, un código único del constructor, un número de serie único, el mes y año de fabricación y el año del modelo.

De acuerdo a la norma ISO 10087:2006 las embarcaciones deben llevar una placa visible con la siguiente información encriptada:

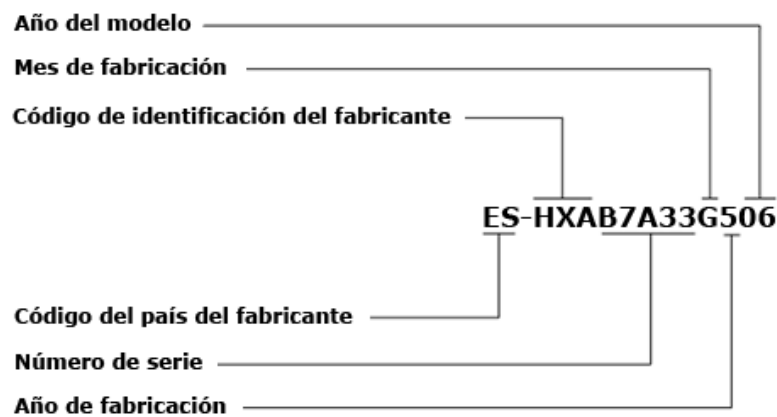


Figura 3. Número CIN – Fuente: ISO 10087:2006

Placa del constructor

De acuerdo con la NORMA ISO 14945:2004 las embarcaciones de recreo deben poseer una placa acreditativa de sus características en un lugar visible.

La placa –que puede ser una chapa rígida o una etiqueta flexible– fijada a la embarcación o moto de forma que no se pueda retirar sin el uso de herramientas, y separada del número de identificación WIN, debe mostrar como mínimo el Marcado CE, el nombre y datos de contacto del constructor, la categoría de diseño, el número máximo de personas que la moto o embarcación está destinada a transportar y la carga máxima recomendada por el fabricante. La carga máxima declarada en la chapa del constructor debe incluir el peso de las personas, bienes y tanques de combustible portátiles, pero no el peso del contenido de los tanques fijos.



Figura 4. Placa del constructor – Fuente: ISO 14945:2004

Además una embarcación o moto certificada CE debe ir acompañada de los siguientes documentos:

Declaración UE de Conformidad

Es una declaración formal del fabricante o de su representante autorizado respecto a la conformidad de la embarcación con la legislación de armonización pertinente de la Unión Europea.

La Declaración UE de Conformidad incluye las características principales de la embarcación, su número de identificación (CIN), la categoría de diseño, el módulo de evaluación utilizado, los datos completos del fabricante, importador o persona responsable de su introducción en el mercado o puesta en servicio, los datos de los organismos notificados –si ha intervenido alguno en la evaluación de la conformidad del producto–, con indicación de los números de los certificados que hubieran emitido, y la fecha de emisión de la Declaración UE de Conformidad. Por último, debe incluir una lista de referencias a las normas, armonizadas o no, utilizadas para verificar la conformidad.

Si la embarcación lleva instalado un motor intraborda o un motor intrafueraborda sin escape integrado en la cola, la declaración de conformidad de la embarcación debe también hacer referencia a las emisiones sonoras del conjunto casco-motor.

Debe tenerse en cuenta que los motores de propulsión llevan su propia Declaración UE de Conformidad respecto a las emisiones de gases de escape, y en los casos de motores fueraborda –o motores intrafuera con escape integrado en la cola– también respecto a las emisiones sonoras.

Manual de Instrucciones (también denominado Manual del Propietario) de la embarcación y del motor

El manual debe estar redactado en español si la embarcación o motor se pone a la venta en España y debe contener toda la información necesaria para la utilización segura del producto, haciendo especial hincapié en el montaje, mantenimiento, funcionamiento normal, prevención y gestión de riesgos.

El manual de instrucciones de las motos y embarcaciones debe prestar especial atención a los riesgos de incendio y de inundación e incluir información específica sobre la carga máxima recomendada por el fabricante. Dentro del manual, la carga máxima debe aclarar todos los pesos considerados para su cálculo, incluyendo –aquí sí– el peso de los tanques fijos.

Además debe incluirse –ya sea en el manual del motor o en el de la embarcación, según los casos– la información necesaria para mantener la embarcación y el sistema de escape en condiciones que garanticen la conformidad con los valores límite de emisiones sonoras.

Las embarcaciones con Marcado CE deben estar diseñadas y construidas para resistir determinadas condiciones de mar y viento por lo que respecta a la estabilidad, la flotabilidad y demás requisitos básicos. Se clasifican, según su aptitud para afrontar dichas condiciones, en cuatro categorías de diseño:

Categoría de diseño	Fuerza del viento (Escala de Beaufort)	Altura significativa de ola ($H \frac{1}{3}$, metros)
A	Superior a 8.	Superior a 4.
B	Hasta 8 incluido.	Hasta 4 incluido.
C	Hasta 6 incluido.	Hasta 2 incluido.
D	Hasta 4 incluido.	Hasta 0,3 incluido.

Tabla 6. Categoría de diseño – Fuente: RD 98/2016

1.8 El Marcado UE post-construcción

El marcado UE post-construcción exigido por el RD 1435/2010¹⁴ del 5 de noviembre para legalizar embarcaciones que se fabricaron fuera de los años de obligación del marcado, o que se han fabricado fuera de la UE. El segundo caso es poco probable ya que de normal los fabricantes construyen la embarcación con marcado CE aunque no estén en Europa para agilizar trámites.

Dado que el primer tratado de la Unión Europea fue el 18 de abril de 1951, y el Halve Maan fue construido en 1914 se observa que evidentemente este no consta de marcado CE, por ende el camino a tomar especificado por capitania marítima para obtener un CE post-construcción es un proyecto post-construcción (que también determinará la categoría de diseño con unos cálculos justificativos estructurales y de estabilidad que demuestren que la embarcación es capaz de aguantar un valor concreto de viento y altura de olas) realizado por Eurocontrol¹⁵.

En el 23 de septiembre de 2019 se efectúa el primer contacto con Eurocontrol, que ha colaborado activamente en este proyecto desde la fase 0.

La evaluación posterior a la fabricación (EPF), o post-construcción es un módulo específico destinado a evaluar la conformidad equivalente de un producto cuando el fabricante no asume la responsabilidad respecto a la conformidad con lo dispuesto en la Directiva. En ese caso es la persona –física o jurídica–

14 RD 1435/2010: de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques.

¹⁵ Eurocontrol: Empresa española que entre otras funciones, realiza inspecciones a embarcaciones de recreo.

que introduce el producto en el mercado comunitario o que lo pone en servicio en el Espacio Económico Europeo quien asume dicha responsabilidad.

Los organismos de certificación que han sido notificados por España para la evaluación de la conformidad son (agosto 2019):

- EUROCONTROL, S.A.
- OCA ICP S.A.U.
- ALDAMAR INSPECCIÓN S.L.

El organismo notificado que intervenga examinará el producto de manera individual y efectuará los cálculos, ensayos y demás evaluaciones que se necesiten para garantizar que la conformidad equivalente del producto con los requisitos pertinentes de la Directiva y del Real Decreto ha quedado demostrada.

Previamente la persona que introduzca el producto en el mercado o lo ponga en servicio habrá facilitado al organismo notificado los documentos, la información técnica y toda aquella disponible sobre el uso del producto después de su primera puesta en servicio. Dicha información técnica deberá conservarse a disposición de las autoridades competentes durante un período de diez años después de que el producto haya sido evaluado por el organismo notificado.

Obligaciones de la persona que introduce el producto en el mercado o lo pone en servicio

- Colocar sobre la embarcación el Marcado CE y, bajo la responsabilidad del organismo notificado que haya intervenido, el número de identificación de este último.
- Emitir una Declaración UE de Conformidad, pues en estos casos es el importador privado o persona que introduce el producto en el mercado o que lo pone en servicio quien asume las obligaciones del fabricante.
- Conservar durante diez años tanto la Declaración UE de Conformidad como la Información Técnica a disposición de las autoridades nacionales.

En caso de importación, la utilización del módulo EPF está limitada a los casos de importación no comercial por importadores privados, a fin de prevenir su utilización abusiva con fines comerciales.

Es un documento emitido por la Administración marítima que acredita que una determinada embarcación cumple las condiciones técnicas exigidas, dando asimismo constancia de las inspecciones, su tipo y la fecha del próximo reconocimiento a realizar. Es comparable a la tarjeta de Inspección Técnica de los Vehículos.

A lo largo de la vida de la embarcación debe ser cumplimentado por las Entidades Colaboradoras de Inspección cada vez que se haga un reconocimiento.

1.9 Abanderamiento

El primer paso a adoptar en la fase 0 de este proyecto es el abanderamiento de la embarcación. Legalmente hablando y simplificando su significado, implica entrar en el registro español de embarcaciones, pagando unos impuestos que se especifican en el Apartado 1.11 Capitanía Marítima y cumpliendo unos requisitos técnicos mínimos, como puede ser un marcado UE, entre otros.

Entre los requisitos técnicos existentes se halla el material de seguridad, es evidente que no tiene sentido que lo tenga una embarcación en construcción o reparación. Por consiguiente, y con la finalidad de facilitar el proceso y el sector, las capitanías marítimas ofrecen la posibilidad del abanderamiento provisional a definitivo, que es el caso que se ha efectuado con el Halve Maan.

Según el Real Decreto 1435/2010, de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques:

“La navegación de recreo es una actividad náutica en expansión en nuestro país, debido tanto al número de embarcaciones que enarbolan pabellón español como al de aquéllas que nos visitan durante el año y, en particular, en los períodos estivales. Si bien hay normativa, fundamentalmente europea, que regula los aspectos constructivos y de seguridad que afectan a todas ellas, no existe una regulación que contemple los requisitos de abanderamiento y matriculación de las embarcaciones españolas con la suficiente flexibilidad y rapidez.

El Real Decreto 544/2007, de 27 de abril, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en la lista séptima del Registro de matrícula de buques, fue un primer intento de simplificar las exigencias para matricular una embarcación. La experiencia habida desde entonces ha demostrado que existían posibilidades de mejora. En este sentido, el presente real decreto diferencia las embarcaciones con marcado CE de las que no lo poseen y, en el caso de las primeras, aquéllas de eslora igual o inferior a 12 metros, para las que los requisitos de inscripción son muy básicos. Permite, también, la posibilidad de preinscripción de las embarcaciones, lo que supone un importante ahorro de tiempo a la hora de registrarlas. Se regula, asimismo, el efecto del silencio administrativo en sentido negativo. Ello es así en virtud de que los supuestos de que se trata, abanderamiento, registro y renovación o nueva expedición del certificado de registro español-permiso de navegación, afectan de tal modo a la seguridad de la náutica de recreo que resulta de aplicación la excepción comprendida en el anexo dos de la disposición adicional 29.2 de la Ley 14/2000, de 29 de diciembre, modificada por las Leyes 24/2001, de 27 de diciembre, y 62/2003, de 30 de diciembre, dictada en cumplimiento de la disposición adicional primera apartado segundo, de la Ley 4/1999, de modificación de la Ley 30/1992, de 30 de noviembre. En suma, se trata de aunar los requisitos de simplicidad, eficacia y servicio efectivo a los ciudadanos con el de seguridad jurídica.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Fomento, con la aprobación previa de la Ministra de la Presidencia, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 5 de noviembre de 2010.”

1.10 Dirección General de la Marina Mercante

Se introduce el concepto y funciones de la DGMM motivado por la vital importancia que tienen sus competencias en cualquier proyecto de esta índole, motivo por el cual se decide dedicar un apartado entero de la memoria y no ser solo mencionada en el apartado de marco legal.

En términos sumamente simplificados, la DGMM es la facción del Gobierno que dictamina la normativa a cumplir y ejecuta la emisión de certificados así como marcarlos como requisito. También es la máxima autoridad en cuanto a inspecciones, aunque normalmente denomina otros organismos en su jerarquía para hacerlo.

La Constitución Española de 1978 otorga al Estado, en su artículo 149.1.20, competencia exclusiva sobre Marina Mercante y abanderamiento de buques, iluminación de costas y señales marítimas, puertos de interés general, servicio meteorológico y matriculación de aeronaves.

Dentro de la Administración del Estado, estas competencias se ejercen por el Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de la Marina Mercante.

En lo referente a la Administración Marítima, según el artículo 263 del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, corresponden al Ministerio de Fomento las competencias en materia de ordenación general de la navegación marítima, de conformidad con las normas europeas correspondientes, y de la flota civil, excepción hecha de las que en relación con la actividad de la flota pesquera y la ordenación del sector pesquero corresponden al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Funciones

La Dirección General de la Marina Mercante es el órgano competente para la ordenación general de la navegación marítima y de la flota civil española, en los términos establecidos en el texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, y le corresponden las siguientes funciones de acuerdo a lo establecido en el artículo 7 del Real Decreto 953/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento, y se modifica el Real Decreto 424/2016, de 11 de noviembre, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales, entre las que tiene asignadas:

2. La ordenación general de la actividad náutica de recreo, la gestión de las titulaciones náuticas, y el registro, control del personal marítimo civil y adecuación de las titulaciones profesionales de la marina mercante para el ejercicio en buques civiles.

6. La ordenación y ejecución de las inspecciones y controles técnicos, estructurales y de equipamiento de los buques civiles españoles, de los que se encuentran en construcción en España o en el extranjero y de los extranjeros cuando así se autorice por acuerdo internacional, en cumplimiento de la normativa mencionada en la letra anterior; la dirección y control de las inspecciones como Estado rector del puerto, y la supervisión de los sistemas de comunicaciones marítimas de acuerdo con los convenios internacionales, así como la realización de auditorías a las organizaciones reconocidas y autorizadas como entidades colaboradoras en materia de inspección marítima y la supervisión de seguridad de los operadores marítimos.

Estructura

El Real Decreto 2/2020 del 12 de enero, por el que se reestructuran los departamentos ministeriales, la estructura la Dirección General de la Marina Mercante en los siguientes órganos con rango de subdirección general:

- La Subdirección General de Seguridad, Contaminación e Inspección Marítima.
- La Subdirección General de Normativa Marítima y Cooperación Internacional.
- La Subdirección General de Coordinación y Gestión Administrativa.

Por otra parte, el artículo 266 del Real Decreto Legislativo 2/2011 designa a las Capitanías Marítimas como los órganos periféricos de la Administración Marítima española, dependientes del Ministerio de Fomento y dejando a una norma de rango inferior los requisitos mínimos para la creación de las mismas. Esta norma se sustanció en el Real Decreto 638/2007, de 18 de mayo, por el que se regulan las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos.

1.11 Capitanía Marítima

En este apartado del proyecto se describen las funciones de la capitanía marítima dado su importante peso en el proceso y contacto con el barco. Capitanía forma parte de la Administración marítima, que es el conjunto de órganos del Estado con competencias sobre el mar y actividades relacionadas con el mismo. Incluso pareciendo sencilla, se complica la definición debido a la dispersión de las competencias entre diferentes ministerios y administraciones.

Debido a esto, existen críticas internas sobre una posible versión integradora de la gestión del mar y sus recursos en un único Ministerio o Dirección General, que permitiría la mejora del funcionamiento y celeridad de los trámites en este. Debido a que este proyecto no tiene finalidad política, se aparca este tema.

Organigrama de competencias marítimas

El ministerio de fomento tiene una estructura tan compleja que presenta en su web oficial un organigrama que se adjunta como Figura 5. En este organigrama constan las Capitanías marítimas, por lo cual es motivo de estudio en este apartado.

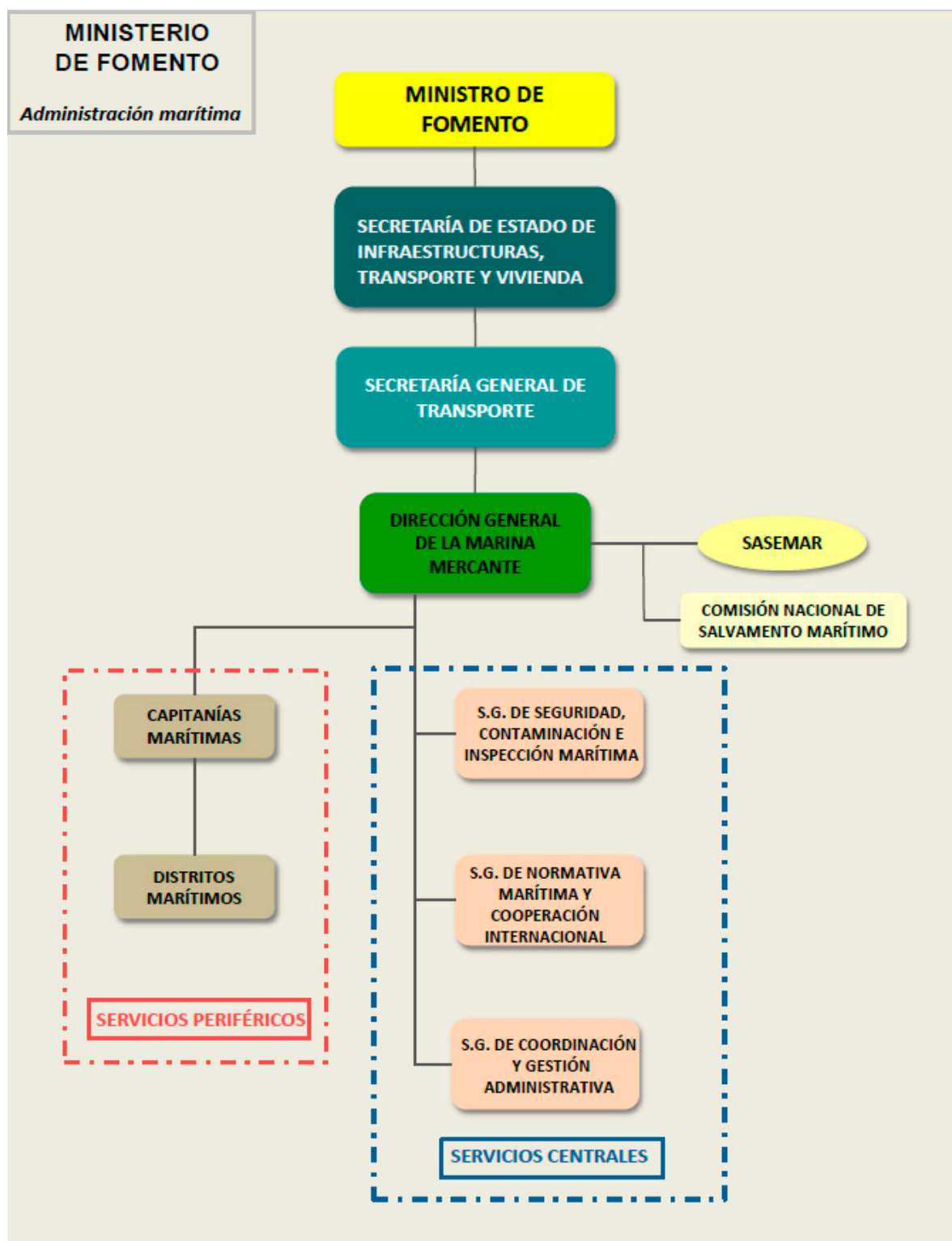


Figura 5. Organigrama fuente ministerio de fomento – Fuente: Ministerio de Fomento

La misma web oficial del Ministerio de Fomento, tiene una página en donde se explican según el RD 638/07 las competencias de la misma, en donde dice:

“La Ley 27/1992, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, designaba en su artículo 88, a las Capitanías Marítimas como los nuevos órganos periféricos de la Administración Marítima, dependientes del hoy Ministerio de Fomento. Esta estructura organizativa suponía la desvinculación definitiva de la Admi-

nistración Marítima respecto de la Administración Militar, atribuyendo al Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de la Marina Mercante, el ejercicio de las competencias en materia de ordenación general de la navegación marítima y de la flota civil, excepción hecha de las que en relación con la actividad de la pesquera correspondan al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

El artículo 266 del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, y que deroga la antes mencionada Ley 27/1992, designa a las Capitanías Marítimas como los órganos periféricos de la Administración Marítima española, dependientes del Ministerio de Fomento dejando a una norma de rango inferior los requisitos mínimos para la creación de las mismas. Esta norma se sustanció en el Real Decreto 638/2007, de 18 de mayo, por el que se regulan las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos, que deroga el Real Decreto 1246/1995.

Por una parte, se trata de lograr una flexibilización de la estructura periférica marítima, que permita una mejor utilización de los medios tanto materiales como personales con que cuenta la Administración marítima, de forma que se garantice una mayor eficacia en el cumplimiento de sus obligaciones, al mismo tiempo que se logra un acercamiento, compatible con el ejercicio de sus funciones, a los sectores sociales y económicos relacionados con el medio marino.

De igual modo, se intenta potenciar la figura del Capitán Marítimo, que se configura como el elemento de referencia de la Administración marítima periférica, mediante el refuerzo de las funciones de dirección y coordinación que le corresponden en el ámbito de las Capitanías Marítimas.

Los Distritos Marítimos se configuran como órganos desconcentrados, con los que se pretende atender las necesidades puntuales del sector marítimo, concentrando en las Capitanías el tratamiento y los medios precisos para hacer frente a los problemas y la casuística más importantes existentes en su ámbito geográfico competencial.”

De acuerdo con el organigrama, las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos dependen orgánica y funcionalmente del Ministerio de Fomento a través de la DGMM.

Para el cumplimiento de sus objetivos que fija el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, la organización de las Capitanías se establecerá (tal y como muestra el organigrama) de tal forma que entre sus funciones cumpla las siguientes (se han añadido las que incumben a embarcaciones de recreo):

- ordenación de la navegación
- seguridad marítima
- prevención y lucha contra la contaminación del medio marino
- otros asuntos generales, jurídicos de carácter legal
- expedientes sancionadores “

Para ello, Fomento aporta el siguiente organigrama:



Figura 6. Organigrama capitanías – Fuente: Fomento de España

Como se aprecia en el organigrama, aparece la figura de Capitán Marítimo. Según el artículo 266 del Texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y la Marina Mercante se establecen sus funciones, de entre las que destaca: la autorización o prohibición de entrada y salida de buques en aguas situadas en zonas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, así como el despacho de buques, sin perjuicio de las preceptivas autorizaciones previas que correspondan a otras autoridades.

El despacho es el procedimiento administrativo mediante el cual el Distrito Marítimo comprueba que los buques y embarcaciones civiles, incluidos los de recreo, cumplen con todos los requisitos exigidos por las normas legales para poder efectuar las navegaciones y tráficos que pretendan realizar, así como que cuentan con las autorizaciones legales exigibles y su tripulación es la adecuada en cuanto a su número y titulación.

La normativa actualmente en vigor es el Reglamento sobre el despacho de buques, aprobado por Orden de 18 de enero de 2000. Las embarcaciones de recreo se rigen además por el Real Decreto 1435/2010, de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques.

- La determinación por razones de seguridad marítima de las zonas de fondeo y de maniobra en aguas situadas en zonas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, correspondiendo a la Administración portuaria competente la autorización de fondeo y asignación de puestos en la zona de servicio de los puertos.
Asimismo, el Capitán Marítimo podrá autorizar el fondeo de los buques en aquellas aguas que no sean consideradas como zona de servicio de los puertos.
Igualmente, el Capitán Marítimo podrá designar zonas prohibidas a la navegación por motivos de seguridad y protección marítima, seguridad de la navegación, prevención y lucha contra la contaminación marina u otras causas debidamente justificadas.
- La intervención en los procedimientos de determinación de las condiciones de los canales de entrada y salida de los puertos, mediante informe vinculante en lo que afecte a la seguridad marítima.
- La fijación por razones de seguridad marítima de los criterios que determinen las maniobras, incluido el atraque, a realizar por buques que porten mercancías peligrosas o presenten condiciones excepcionales.
- La disponibilidad por razones de seguridad marítima de los servicios de practica y remolque en aguas situadas en zonas en las que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción.
- La dirección y control organizativos de la función inspectora de los buques civiles españoles, de los que se hallen en construcción en España, de los extranjeros en casos autorizados por los acuerdos internacionales y de las mercancías a bordo de los mismos, especialmente de las clasificadas internacionalmente como peligrosas, así como de los medios de estiba y desestiba en los aspectos relacionados con la seguridad marítima.
- Y, en general, todas aquellas funciones relativas a la navegación, seguridad marítima, salvamento marítimo y lucha contra la contaminación del medio marino en aguas situadas en zonas en las que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, salvo en los casos de contaminación que se produzca en la zona de servicio de los puertos, que corresponde a las Autoridades Portuarias, con las que tendrán un deber de especial colaboración en esos supuestos.

También será el competente para ejercer las acciones a que se refiere el artículo 304 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante sobre el hundimiento de buques, deberá informar sobre las operaciones de desguace (art. 303), llevará a cabo las acciones que lleven a la protección de la navegación libre (art. 298), podrá tomar medidas de garantía de la navegación marítima y del medio marino (art. 297).

El Capitán Marítimo

El Real Decreto 638/2007 concreta las atribuciones del Capitán Marítimo a través de su artículo 9 estableciendo que:

1. El Capitán Marítimo ejerce la jefatura de todas las unidades administrativas dependientes directamente de la Capitanía Marítima, así como la dirección y coordinación de los Distritos Marítimos integrados en el ámbito geográfico de la misma.

2. Bajo la superior dirección de la Secretaría General de Transportes y con dependencia orgánica y funcional de la Dirección General de la Marina Mercante, el Capitán Marítimo está facultado, con sujeción a las órdenes y directrices de la Dirección General de la Marina Mercante, para organizar las tareas encomendadas a la Capitanía Marítima del modo que considere más eficaz para el cumplimiento de sus fines.

3. Asimismo, en su condición de autoridad y en los términos fijados en el apartado anterior, el capitán marítimo dirigirá e impulsará las actividades inherentes a las funciones que le están atribuidas.

4. En los supuestos de vacante, ausencia o enfermedad el Capitán Marítimo será sustituido en el ejercicio de sus funciones por el titular de la unidad administrativa que designe la Dirección General de la Marina Mercante.

Además, de acuerdo al artículo 10 del Real Decreto 638/2007, el Capitán Marítimo ejercerá las siguientes funciones:

Además de las funciones que les atribuyen los artículos 88, 107, 108, 109, 111 y 112 de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, y de cualesquiera otras que les confiera expresamente la normativa vigente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 88.3.g) de la citada ley, el Capitán Marítimo ejercerá las siguientes:

a) Las actuaciones que, conforme a lo dispuesto por los planes y programas de salvamento de la vida humana en la mar y de lucha contra la contaminación del medio marino, le corresponda asumir, así como la coordinación con las Administraciones Públicas con competencia sobre esta materia, en los términos establecidos en la legislación vigente, sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 7.

b) Las funciones que le correspondan de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 36 y 36 bis del Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

c) La comunicación a la Dirección General de la Marina Mercante de todos aquellos siniestros, accidentes y sucesos que se produzcan en las aguas de competencia de la Capitanía Marítima.

d) La ejecución de cuantas medidas le encomiende la Dirección General de la Marina Mercante en situaciones de siniestros, accidentes o sucesos, así como la adopción de cuantas medidas de urgencia estime procedente para salvaguardar la seguridad marítima o prevenir la contaminación marítima.

e) La solicitud a la autoridad judicial competente de la adopción de las medidas que sean necesarias para exigir al naviero o al propietario del buque el cumplimiento de sus obligaciones en el caso de accidentes o circunstancias extraordinarias relacionadas con el buque o su navegación, así como recabar la colaboración de las Administraciones Públicas competentes por razón de la materia.

f) La participación y la realización de las actuaciones que la Comisión encargada de la investigación de siniestros y sucesos marítimos pueda encomendarle, en los términos previstos en su normativa reguladora.

g) La prevención y control de los vertidos contaminantes procedentes de buques, plataformas fijas u otras instalaciones marítimas en las aguas comprendidas en el ámbito geográfico de competencia de la Capitanía.

h) La prohibición o restricción de la navegación, para determinadas zonas y por tiempo limitado, por razones de seguridad de la vida humana en la mar y de la navegación y de prevención y lucha contra la contaminación marina, o para determinados buques civiles, por razones de prevención de actividades

ilícitas o tráficos prohibidos, de conformidad con lo que, en su caso, disponga la legislación en materia de seguridad ciudadana.

i) La autorización de fondeo fuera de las aguas de servicio de los puertos de interés general, sin perjuicio de las funciones reguladas el artículo 11.2.g).

j) La aplicación y control de las prescripciones en materia de protección marítima a bordo de los buques.

k) La resolución de los expedientes en materia de tripulaciones mínimas de seguridad para embarcaciones de eslora (L) inferior a 24 metros.

l) La propuesta, a la Dirección General de la Marina Mercante, de los sistemas de organización del tráfico marítimo y de los balizamientos en aguas situadas fuera de las zonas de servicio de los puertos que se estimen pertinentes para garantizar la seguridad marítima y de la navegación, así como la determinación de sus procedimientos de control.

m) La propuesta de resolución a la Dirección General de la Marina Mercante de expedientes sobre exención de la obligatoriedad de la utilización del servicio de practicaaje.

n) La propuesta a las autoridades portuarias de la autorización o prohibición de las operaciones de carga o descarga de los buques que atraquen en puertos españoles, por razones de seguridad marítima o como consecuencia del cumplimiento de las normas de ordenación del tráfico marítimo, sin perjuicio del ejercicio de funciones plenas en relación a dichas operaciones cuando las mismas tuvieran lugar fuera de la zona de servicio de los puertos y en las zonas en las que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción.

o) La propuesta a la autoridad portuaria competente del cierre del puerto cuando razones relacionadas con la protección interna, con la seguridad de la vida humana en el mar, la seguridad en la navegación, la seguridad marítima y la lucha contra la contaminación del medio marino así lo aconsejen.

p) Las funciones y cometidos que a los Capitanes Marítimos les atribuya la normativa marítima relativa a lugares de refugio, escalas de buques por motivos de seguridad marítima, las inspecciones de buques en el ámbito del Memorando de París y el procedimiento sancionador, así como cualesquiera otras que le puedan serle atribuidas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 88.3.g) de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre.

El Jefe de Distrito Marítimo

El mismo RD 638/07 también define los Jefes de Distritos Marítimos en el Artículo 11 y sus funciones. Estos se sitúan en el organigrama por debajo del Capitán Marítimo, bajo su dirección. Es el rango que ejercerá en la jefatura de las unidades administrativas dependientes del Capitán, y desempeñará las tareas que le sean encomendadas, ejerciendo además las siguientes funciones:

a) Las actividades relacionadas con el registro y abanderamiento de buques y embarcaciones menores de 24 metros de eslora, con excepción de las bajas por exportación y de la expedición de las patentes de navegación.

b) El despacho de buques.

c) Las funciones administrativas relativas al enrolamiento y desenrolamiento de los tripulantes de buques y embarcaciones y las relativas a los pasajeros o a las personas ajenas a la tripulación y al pasaje.

- d) La colaboración con las autoridades competentes en los puertos y en las playas, a los efectos de que las actividades náuticas y de baño se realicen en condiciones compatibles con la seguridad de la vida humana en la mar y de la navegación, así como la cooperación con dichas autoridades en materia de salvamento marítimo.
- e) Informe y propuesta a la Capitanía Marítima competente en orden a la adopción de las medidas de policía y sancionadoras previstas en la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, por acciones u omisiones que puedan vulnerar los bienes jurídicos tutelados por la Administración marítima.
- f) Tramitación de los expedientes de expedición, revalidación, canje, convalidación y renovación de títulos profesionales y de recreo.
- g) Las autorizaciones de fondeo en las aguas adyacentes a las zonas de servicio de los puertos gestionados por las Comunidades Autónomas, siempre que dichas aguas no formen parte de la zona de servicio de un puerto de interés general.

Como anexo del real Decreto se aporta una lista con el ámbito territorial de las Capitanías y las coordenadas de las mismas, así como los distritos marítimos, cuya autoridad depende directamente de las Capitanías, y al frente de su gestión están los jefes de distrito.

Según el artículo 13, Capitanía es el responsable de las inspecciones a buques con pabellón español. Como la definición de buque no aplica a embarcaciones de recreo, en el Apartado 1.13 Inspecciones estudiaremos la periodicidad de estas y qué órganos son los que las van a realizar en el Halve Maan.

Se concluye entonces que la función de la figura de Capitanía es crítica, no solo legalmente. Desde un punto de vista técnico-legal se ha analizado la función del órgano como tal.

Desde un punto de vista práctico, ha sido la Capitanía de Tarragona la que ha proporcionado al autor de este proyecto información como por ejemplo que para el proyecto post-construcción del barco se requeriría de Eurocontrol antes de saber que existía la empresa.

Por lo tanto, en la práctica, el nexo o vector entre los trámites necesarios, consejos, asesoramiento legal y la náutica de recreo, es la misma Capitanía. Esto es apreciable en el mismo hecho que el tutor de este texto trabaja en Capitanía de Tarragona, confirmándose entonces el importante nexo que agiliza el mundo de las embarcaciones de recreo.

1.12 Documentación requerida

Un punto de vista favorable de este proyecto como Proyecto Final de Carrera es que el proyecto legal que implica el abanderamiento de una embarcación extranjera sin marcado CE es un proceso lineal, aunque difícil de determinar por un estudiante sin experiencia que lo acostumbre a la movilidad legal del sector. Por esto la colaboración de la Capitanía Marítima de Tarragona ha ayudado enormemente a obtener información o marcar esta línea de proyecto.

En la primera visita durante el verano, el personal de la institución guía y aporta documentación relevante como un resumen de los requisitos legales antes de empezar, así como modelos de tasas (anexados en los puntos siguientes de este apartado) y otros documentos.

Así pues, este apartado define los puntos iniciales necesarios tal cual los especificó la Capitanía y los métodos de obtención así como aclaraciones y la forma de obtención de estos, por consiguiente cada punto vendrá acompañado de una definición aclaratoria.

Documento Anexo 4 - Abanderamiento en España embarcación comunitaria

- **Fotocopia compulsada del DNI/NIF/o pasaporte comunitario y nombrar un representante legal en España a través de un simple documento (sin intervención notarial) en el que deben firmar representante y representado, legalizando las firmas en la Capitanía o a través de nuestro banco.**

Se extrapola que un propietario legal sea persona física o jurídica con nacionalidad española y no tiene más complicaciones en este punto que una simple fotocopia del Documento Nacional de Identidad. No obstante, si el propietario no dispone de nacionalidad española no se ponen impedimentos por parte de la Administración para tener el barco en pabellón español, ya que no requiere de acción notarial el nombramiento de un representante legal.

No se adjuntará el DNI de ningún socio por propiedad intelectual u otros motivos legales, dado que este trabajo va a ser público por el motivo de ser un trabajo de final de carrera de UPC.

- **Baja de bandera del país de origen. Hay que aportar el documento original con la apostilla de la Haya y adjuntar la traducción oficial en castellano.**

Por evitar banderas dobles ya que el barco estará en un registro u en otro (no un registro y otro) se pide como primer requisito (incluso de bandera provisional a definitiva). Este documento en principio no se tenía, aunque sí se tenía el Número de Registro marcado en el contrato de compraventa. Por tanto se tuvo que contactar con el registro inglés para que proporcionasen tal documento. Por lógica se deduce que este registro está caducado ya que hacía años que no se pagaba ningún impuesto.

Se contactó con todos los correos que se hallaron en la web del registro inglés, concretamente en el apartado de la web gubernamental *UK Ship Register (The Registry of Shipping and Seamen)*¹⁶.

En un principio se temieron tres factores que podían ser altamente limitantes, lo que significa que implicarían un cuello de botella o paralización del proyecto hasta ser resueltos. Ya que este es un documento necesario para la fase 0 del proyecto y supone una evidente problemática no poder disponerlo si el gobierno inglés no está dispuesto a entregarlo por alguno de estos 3 posibles motivos:

- 1- Falta de cooperación con Europa atribuida al *Brexit* ¹⁷ sospechada desde el momento en que al entrar en la web del UK Ship Register (que no tiene que ver con política) el primer mensaje en aparecer de forma flamante sea que el Reino Unido ha salido de Europa.
- 2- Que como alumno se le pidiera al autor del TFG que se acredite como abogado o ingeniero.
- 3- Que no puedan por algún motivo legal desconocido (ya que depende de la normativa de otro país) derivado de la caducidad del número de registro hace años.

Seguidamente se presenta la conversación entablada por correo con el registro inglés. Desde un punto de vista realista, la posibilidad de no obtener la baja de la bandera inglesa era alta. Aún así hasta no encontrarnos con el problema, de haberlo, no se podría determinar la solución. Así que se inició la conversación siendo consciente de ello.

○ **Pau Mestre Fonollosa a UK Registry, 9 de febrero de 2020:**

Hello,

I am Pau Mestre, Naval Engineering student of UPC, I write you in order to advance the project with which we are refitting the boat Halve Maan, with registration number SSR118599, Overall Length 17.02m, hull ID number 22290, with previous owner Daniel Scott.

The vessel is currently in Spain, Daniel sold it (with a contract which we have) to a society of 5 people who gathered in order to repair it.

In order to repair and modify the ship legally, the Spanish Government requires the vessel to be under the Spanish flag, hence we need a document in which the owners unsubscribe the english flag.

The purpose of this email is for the english registry to ask me or the documentation to unsubscribe the english flag, and I will act as the intermediate between the society and the english ship registry.

I expect to hear news soon from you,

Best regards,

Pau Mestre Fonollosa

¹⁶ *UK Ship Register (The Registry of Shipping and Seamen)*: Pabellón del Reino Unido, en el cual el Halve Maan estaba abanderado.

¹⁷ *Brexit*: Proceso de salida de la Unión Europea por parte del Reino Unido.

- **Por lo que se recibió la respuesta automática en el 9 de febrero de 2020**

Thank you for contacting the UK Ship Register.

Your enquiry is important to us and we will aim to provide a response as soon as possible.

If you're enquiry relates to an application to register or changes to your registration, we will start the process. If we require any further information, we shall contact you.

If you need to discuss anything further, please do not hesitate to contact us.

Kind Regards

Part1 Registry

Maritime & Coastguard Agency | Anchor Court

Keen Road | Cardiff | CF24 5JW

Office: +44(0)203 90 85204

Email : part1.registry@mcga.gov.uk

Web: ukshipregister.co.uk

Thank you for contacting the UK Ship Register.

Your enquiry is important to us and we will aim to provide a response as soon as possible.

If you're enquiry relates to an application to register or changes to your registration, we will start the process. If we require any further information, we shall contact you.

If you need to discuss anything further, please do not hesitate to contact us.

Kind Regards

Small Ships Registry

Maritime & Coastguard Agency | Anchor Court

Keen Road | Cardiff | CF24 5JW

Office: +44(0)203 90 85201

Email: ssr.registry@mcga.gov.uk

- **En el 10 de febrero se recibe la respuesta:**

Dear Sir,

Thank you for your email.

Please send us, by email, a copy of the contract and the address we are to send the Closed Transcript of Registry.

It will take 10 working days to process the Transcript and post to you.

Kind regards,

Ugo Ottanelli
Small Ships Registry
Registration Officer
Days In: Monday, Tuesday, Thursday & Friday
Maritime & Coastguard Agency
Anchor Court, Keen Road,
Cardiff, CF24 5JW
Wales
United Kingdom
Office: 02039085201
Email : ssr.registry@mcga.gov.uk
Web: ukshipregister.co.uk

- **El 11 de febrero se les envía junto al último contrato y los DNI de los socios el siguiente correo:**

Dear Sir,

Thank you for the assistance.

In this email there are the identification document of all the participants in the last contract and the contract itself, I shall translate you the important part, the other text is just information about the people involved.

Exponen

Que el arriba firmante, como los vendedores, actúan como propietarios de la totalidad (100%) de la embarcación de recreo Halve Maan, con matrícula SSR118599.

Y acuerdan,

Primero

Doña Marina Gatell y Don Nicolau Mallol venden la embarcación antes descrita, con cuantos derechos, usos y servicios le corresponden y sean inherentes a dicha embarcación, a los compradores que compran la misma para la sociedad The New Halve Maan.

They state

That the signatory above, like the sellers, acts as owners of all (100%) of the Halve Maan pleasure boat, with registration SSR118599, and they agree First Mrs. Marina Gatell and Sir Nicolau Mallol, sell the vessel described above, with all the rights , uses and services corresponded and which are inherent to said vessel, to buyers who buy it for The New Halve Maan.

The adress to send the Closed Transcript of Registry is:

CP 08015, Barcelona City Entresuelo 1

And the email adress is this one as I am their representative person

Best regards, Pau MFUPC-FNB

- **Al no recibir respuesta el 24 de febrero (13 días después de la respuesta inicial) se envía el siguiente correo:**

Dear sir,

We have not received the Closed Transcript of Registry, since it is required for us to advance in the project, we would like to ask if there has been any problem with it.

Kind Regards,

Pau MF

- **La respuesta obtenida una hora después fue (aún habiendo pasado más de 10 días, hecho que confirma que la insistencia era imperativa para seguir adelante):**

Dear Pau,

Your work is in a queue, and will be processed within ten working days from the day after the request was placed.

Kind Regards,

Adam

- **Por lo que el 25 de febrero se consigue finalmente con el siguiente correo:**

Dear Pau,

Herewith attached please find a Closed Transcript of Registry.

The original will be forwarded to the address in Spain as per your email dated 11/02/2020.

Kind regards,

Ugo Ottanelli
Small Ships Registry
Registration Officer

Una vez concluida la conversación con el registro inglés se consigue el documento requerido por Capitanía en España. Se adjunta como Anexo 5.

Cabe destacar que en Capitanía se especificó que el documento debía estar traducido por un traductor legado, además del original.

- **Impuesto de matriculación. Impreso 576. Es el 12% del valor declarado que, para evitar “adicionales” deberá coincidir con el valor según las tablas de Hacienda.**

El Impuesto sobre Determinados Medios de Transporte (Matriculación) es un tributo indirecto que recae sobre un consumo específico (la adquisición de vehículos, embarcaciones o aeronaves) y grava la primera matriculación definitiva de determinados medios de transporte.

Es un impuesto "especial" regulado en el Título II de la **Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales** y se le suele conocer como "Impuesto de matriculación". En lo referente a las embarcaciones y buques de recreo esta Ley ha sufrido algunas modificaciones destacadas:

- Mediante la Disposición Adicional sexagésima segunda de la Ley 51/2007, de 26 de diciembre, de presupuestos Generales del Estado para el año 2008 (BOE núm. 310, de 27 de diciembre).
- Mediante la Ley 16/2013, de 29 de octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financieras (BOE núm. 260, de 30 de octubre).

A los efectos de este impuesto especial, se considerarán embarcaciones de recreo:

- Las embarcaciones que se inscriban en las listas sexta o séptima del registro de matrícula de buques, ordinario o especial o, en su caso, en el registro de la correspondiente Federación deportiva.
- Las embarcaciones distintas de las citadas en el párrafo anterior que se destinen a la navegación privada de recreo, tal como se define en el apartado 13 del artículo 4 de la Ley 38/1992.

Están sujetas al impuesto:

- La primera matriculación en España de embarcaciones y buques de recreo o de deportes náuticos, nuevos o usados, que tengan más de 8 metros de eslora, en el registro de matrícula de buques, ordinario o especial o, en caso de no ser inscribibles en dicho registro, la primera matriculación en el registro de la correspondiente Federación deportiva.
- Estará sujeta en todo caso, cualquiera que sea su eslora, la primera matriculación de las motos náuticas definidas en el epígrafe 4.º del artículo 70.1. de la Ley 38/1992.

A este impuesto se ha de añadir al impuesto sobre el valor añadido (IVA, IGIC o IPSI) y, en algunos casos, se ha de añadir al Impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales), por ejemplo, en el caso de una embarcación de segunda mano no matriculada en España procedente de un país de la UE).

Según el procedimiento que se establece en la Orden EHA/1981/2005, de 21 de junio, modificada por la Orden EHA/3851/2007, la liquidación de este impuesto se realizará utilizando el modelo 576, que deberá ser presentado telemáticamente a través de la web de la Agencia Tributaria. Si la declaración es aceptada, la impresión de dicha declaración validada con el código electrónico de ocho caracteres, además de la fecha y hora de presentación, será documento suficiente para solicitar la matriculación.

Por consiguiente el Halve Maan deberá abonar la cantidad que Hacienda considere correspondiente, ya sea el valor del 12% del valor de mercado (que sería el valor de compra del último contrato) o el que Hacienda considere según sus tablas.

- **Certificado de conformidad o comprobación de homologación, o marca UE, por parte de la Inspección Marítima. Si no hubiera nada de esto habría que hacer planos por un Gabinete Técnico.**

Al no existir planos ni cálculos justificativos estos deberán ser realizados por un Gabinete Técnico. En el Apartado 1.3 Marco Legal se explica que es el marcado UE, y que se acude a Eurocontrol por temas de proximidad geográfica (dispone de sede en Barcelona) con tal de efectuar la primera inspección que da lugar a este marcado CE, acompañado de un Proyecto Técnico (y su reforma efectuada en el barco). Una vez conseguido el UE la expedición de la cédula de navegabilidad es automática por parte de Capitanía Marítima así que este es el mayor hito a conseguir.

La contratación del gabinete técnico es libre del armador, aunque Eurocontrol también está capacitado legal y técnicamente para desarrollar proyectos de esta índole. Es decir, tiene ingenieros navales y oceánicos superiores y con especialización en proyectos en su plantilla.

Evidentemente se opta por la opción de que el proyecto sea realizado por el mismo Eurocontrol. Cabe mencionar que en Madrid es Eurocontrol como tal quien realiza el proyecto, pero en Barcelona es una segunda empresa llamada ISONaval.

Esta empresa se define en su web como: "ISONaval dispone de modernas y potentes herramientas informáticas para abordar con éxito cualquier proyecto de ingeniería o de diseño naval. Somos especialistas en el diseño desde grandes yates a barcos de trabajo y pequeñas embarcaciones, desarrollando íntegramente toda la ingeniería necesaria para su construcción."

Parece una contradicción a primera instancia que se exprese que Eurocontrol hará el proyecto técnico y lo haga ISONaval. A nivel práctico es como si ISONaval fuese Eurocontrol en este ámbito, ya que Eurocontrol en Barcelona le deriva todos los proyectos mientras ellos se centran en inspecciones y END¹⁸ de nivel II.

El presupuesto por el proyecto se valoró por un total de 11.495€, incluyendo:

- Memoria técnica descriptiva para el mercado CE,
- Plano de formas (para ello medición 3D laser básica, incluido en este presupuesto. El barco debe estar en seco y accesible visualmente por fuera),
- Plano/s de disposición general,
- Plano vélico (descriptivo del existente. ISONaval no realiza cálculo ni diseño del mismo),
- Estructura. Planos de estructura cuaderna maestra y
- Plano de disposición de tanques.

En el caso de tanques no comerciales y tanques estructurales (prohibidos si se trata de gasolina), planos y esquemas constructivos de los mismos.

-Esquemas o diagramas de sistemas, cuando corresponda:

- Combustible
- Agua dulce
- Agua salada
- Achique

-Esquemas eléctricos y/o memoria eléctrica básicos

(Nota: no es un proyecto eléctrico completo, sólo el resumen de la instalación eléctrica.)

- Esquema de ventilación de máquinas.
- Escantillonado completo según la norma ISO 12215 o una norma de la Sociedad de Clasificación.
- Estudio de pesos.

Estimación de centros de gravedad.

- Tablas hidrostáticas con rango suficiente (al menos un 10% por encima del calado máximo).
- Tablas KN tablas con rango suficiente (por encima de los 120 grados, del ángulo de estabilidad nula o del ángulo inundación).
- Estudio de estabilidad para las condiciones de carga (al menos, mínima operación y máxima carga).

¹⁸ Ensayos no destructivos.

Puede ser el estudio de pre o post-ensayo de estabilidad, pero los resultados finales de la estabilidad y desplazamientos será obtenido a partir de la prueba de estabilidad.

-Manual de propietario (que recoja los resultados finales).

- Excepto el manual del propietario, todos los documentos estarán registrados o visados por un ingeniero naval colegiado, de ISONaval.
- Muy importante: en el caso de multicascos con cascos habitables, deben estar previstos necesariamente una salida de emergencia en caso de vuelco (normalmente escotillas).
- Siempre que exista se debe facilitar la información adicional siguiente: documentación de origen de la embarcación y motores, especificaciones de materiales o reformas realizadas, etc.

NOTA: ISONaval no proyectó las reformas. Las documentaría como parte de la memoria técnica o justificación de Estabilidad o estructura, una vez realizadas estas por taller / técnico competente.

PLAZO: 2-3 meses desde aceptación y medición a bordo.

Se ha supuesto el barco atracado y varado en la provincia de Barcelona, si no aplicarían gastos de desplazamiento.

FORMA DE PAGO: 40% más IVA a la aceptación, 30% a la entrega de la memoria, 30% a la finalización de la documentación técnica, coste del organismo notificado EUROCONTROL no incluido.

Se adjunta el presupuesto como Anexo 6.

Encargándose así Eurocontrol de la primera inspección y el marcado CE post-construcción se les paga en otro abonamiento y este incluye los trámites administrativos (como el pagamiento de tasas).

Las embarcaciones de recreo matriculadas en España (no las que están inscritas según el artículo 8 del Real Decreto 1435/2010) deben llevar un certificado de navegabilidad. La expedición y renovación del Certificado de Navegabilidad conlleva el pago de una tasa. Esta tasa es autoliquidable para las embarcaciones con marcado «CE», mientras que para aquellas embarcaciones que no disponen de dicho marcado la tasa, debido a su complejidad, no es autoliquidable y es notificada por la Administración en el modelo '990030'.

La cuantía de las mismas fue fijada en el Artículo 25 de la Ley 24/2001 de 27 de diciembre de 2001 y se va actualizando anualmente.

- **Tasa de matriculación. Modelo 790 liquidado. Son 18,65€.**

Se trata de una tasa en donde el modelo es suministrado por la propia Capitanía Marítima. Se debe llevar con el justificante de pago.

Se adjunta como Anexo 7.

- **Material de inspección: hay que comprobar que dicho material será aceptado en España. Procede la tasa de inspección que corresponda.**

Este punto tiene dos posibles indeterminaciones en función de si se dispone de marcado CE o se debe obtener a partir de un proceso de proyecto post-construcción.

Si se tiene el UE: Capitanía inspeccionará que el material que posea el barco concuerde con la zona de navegación y esté correcto, incluyendo caducidades o pudiendo pedir pruebas o simulacros.

Si no se tiene UE: Corresponde al organismo notificado (en este caso Eurocontrol) esa primera inspección con su consecuente inspección de equipamiento de seguridad. Aún así, Capitanía puede realizar una inspección extraordinaria si así lo considera.

Como es un tema extenso e importante, aunque en este apartado se mencione el material de seguridad se expresa y calcula en Apartado 1.13 Material de Seguridad con mayor extensión y detalle.

Junto a todos los puntos mencionados se entregarán en la capitanía correspondiente como requisitos de la Solicitud de Matriculación/Abanderamiento, anexada en Anexo 8.

Si se realiza un abanderamiento provisional a definitivo (como permite la propia solicitud) los puntos de material de seguridad y marcado CE pueden esperar un mes, pasado el cual Capitanía revocará la bandera a la embarcación.

1.13 Inspecciones

Previo al 11 de marzo del año 2000, los pertinentes reconocimientos e inspecciones a los que deben someterse las embarcaciones de recreo, cuyo resultado como apto o favorable permite la expedición o renovación del Certificado de Navegabilidad eran realizados por la administración Marítima.

El Certificado de Navegabilidad es el documento que acredita que una determinada embarcación cumple las condiciones exigidas por reglamento y da consistencia a los reconocimientos por los que se ha sometido por la autoridad pertinente, su clase y fecha de la próxima inspección a realizar. Los barcos con marcado UE tienen una expedición del certificado de forma automática, no siendo necesario realizar el reconocimiento inicial por parte de la Administración Marítima.

Entonces en el caso del Halve Maan, después de la primera inspección de Eurocontrol con el proyecto post-construcción, una vez obtenido el marcado UE, la expedición del Certificado es automático por parte de la Administración, y en este punto es cuando ya está capacitado para navegar.

En este apartado se estudian la periodicidad de estas inspecciones del Halve Maan según sus características.

A partir del 11 de marzo del año 2000, el reconocimiento inicial continuará siendo efectuado por la Administración Marítima o quien designe en su nombre. Las demás inspecciones y reconocimientos son ejecutados por las Entidades Colaboradoras de Inspección (ECI).

Existen unas condiciones para el reconocimiento como ECI por parte de la Administración Marítima, que son:

-No estar controladas ni con participación de fabricantes de embarcaciones de recreo o suministros de las mismas, ya sean equipos o componentes que se instalen en las mismas. Por lo tanto se excluyen astilleros, varaderos, talleres, o cualquier parte que pueda tener un interés económico en la comercialización de embarcaciones de recreo. También se excluyen mutuas aseguradoras y otras empresas cuyas actividades estén relacionadas con el ámbito náutico.

-Las actividades de las ECI y su plantilla con totalmente incompatibles con cualquier vinculación técnica, comercial o financiera que pueda afectar a su influencia de sus actividades de control reglamentario.

- Deben ser capaces de acreditar que disponen de personal técnico y directivo suficiente en número para ejercer sus actividades con cualificación y experiencia (también acreditable) necesaria para efectuar sus funciones reguladas en el RD 1434/1999.

-Acreditar la existencia de un Plan de Formación Permanente de su personal y de actualización de las Técnicas de Inspección.

-Acreditar la disponibilidad de los medios necesarios para los ensayos y mediciones preceptivos, correctamente calibrados, como por ejemplo: detector de gases medidores de espesores, sonómetro, entre otros.

-Garantizar que tanto el personal directivo como el técnico es imparcial y no tienen intereses lucrativos en las inspecciones, como serían los favoritismos.

-Deberá tener una estructura organizativa capaz de prestar una cobertura en todo el Estado y posibilitar reconocimientos solicitados por los propietarios de embarcaciones que sean efectuados en un plazo menor a 15 días naturales contados a partir de la fecha de la solicitud.

-La ECI puede tener a su disposición personal con dedicación no exclusiva, pero en ningún caso el número de personas fijo puede ser menor al número de personas con dedicación parcial.

-Se debe disponer de un sistema de gestión de la calidad conforme la norma UNE-EN 45004:1995 (Criterios generales para el funcionamiento de los diversos tipos de organismos que realizan inspección).

Las embarcaciones que son inspeccionadas por las ECI son las registradas en lista 6ª de esloras entre 2,5 y 24m, y las de lista 7ª de eslora entre 6 y 24m.

De acuerdo con la información obtenida de la web del Ministerio de Fomento, consultada el 10 de abril de 2020, las Entidades Colaboradoras de Inspección reconocidas en España son las siguientes:

- EUROCONTROL, S.A.
- ECA. ENTIDAD COLABORADORA DE LA ADMINISTRACIÓN, S.L.U (ECA)
- INTERTEK IBÉRICA SPAIN, SLU.
- SGS INSPECCIONES REGLAMENTARIAS, S.A.
- APPLUS NORCONTROL, SLU
- LABORATORIO DE CERTIFICACIONES VEGA BAJA, S.L.
- OCA ICP S.A.U. (Antigua OCA SOCOTEC S.A.U.)
- ALDAMAR INSPECCIÓN S.L.

Respecto a los estudios de los inspectores, estos deben poseer un título oficial de Ingeniero Naval (Técnico o Superior), Licenciado de la Marina Civil sección náutica o máquinas u otro título académico equivalente según dicta el RD 1837/2000 del 10 de noviembre (Reglamento de Inspección y Certificación de Buques Civiles, BOE núm. 285, de 28 de noviembre del 2000) y se deben haber sometido al proceso de entrenamiento y cualificación por parte de la ECI.

Los plazos entre inspecciones se presentan en la web del Ministerio de Fomento, se aprecia que el tiempo entre estas depende del material del casco y la eslora de casco, teniendo un factor agravante las embarcaciones de madera dado su rápida pérdida de estanqueidad en comparación con otros materiales.

Tipo de reconocimiento	Lista	Características	Periodicidad
Periódicos	7ª	Lh < 6 m	Sin Caducidad
	7ª	6 m <= Lh < 24 m	Máximo 5 años
	6ª	2.5m <= Lh < 24 m	Máximo 5 años
Intermedios	7ª	Lh >= 15 m	Entre el 2º y el 3er año siguientes al reconocimiento inicial o periódico
	7ª	Lh >= 6 m (Casco de madera)	
	6ª	Lh >= 6 m	
Adicionales	Todas	2.5m <= Lh < 24 m	Ver casos en el Artículo 3D (RD1434/1999)
Extraordinarias	Todas	2.5m <= Lh < 24 m	Ver casos en el Artículo 3E (RD1434/1999)

Tabla 7. Tipos de reconocimientos y su periodicidad – Fuente: Ministerio de Fomento

Según la tabla, sin tener en cuenta los reconocimientos adicionales o extraordinarios (que se van a estudiar seguidamente) o la primera inspección (que se realizara Eurocontrol) al Halve Maan le procedería una inspección periódica cada 5 años, y entre el 2º y el 3º una intermedia.

Lo lógico es pensar que el Halve Maan pase una inspección cada 2,5 años de media. Pero no es así. Es conocido en el mundo de la Inspección Naval que esta normativa, esta tabla, ofrece un “vacío legal” que aprovechan casi todos los armadores que tienen una embarcación que debe ser sometida a una inspección intermedia, que consiste en el procedimiento siguiente:

1-Partiendo del punto en el que acabamos de pasar una inspección periódica, esperamos 3 años que es el plazo máximo para pasar la inspección intermedia.

2-Se deja pasar la fecha de la inspección intermedia, estando un día sin ITB, y por lo tanto sin validez del Seguro Obligatorio de Responsabilidad Civil, por lo tanto la Cédula de Navegabilidad queda caducada.

3-Seguidamente, se pasa la ITB, solo que esta ya no será una intermedia, sino una periódica.

Éticamente hablando no resulta cívico usar tal *modus operandi* para evitar pasar inspecciones, siendo estas efectuadas con el objetivo de proteger vidas, pero al saber de la existencia de este trámite le pareció curioso al autor comentarlo en el Proyecto dado que el propio barco es susceptible de hacerlo.

La vigencia del certificado viene marcada en las casillas del mismo, indicando la fecha en la que se debe realizar el reconocimiento venidero.

Reconocimiento periódico

Los aspectos en los que consiste un reconocimiento periódico son los siguientes:

- Inspección del casco en seco, es decir, estando este fuera del agua preparado para el inspector quien puede requerir pruebas cuando crea necesario sobre cualquier equipamiento de este a fin de garantizar su operatividad y el estado satisfactorio para la navegación de la embarcación.
- Inspección de los elementos de salvamento y seguridad, y material náutico para comprobar que los mismos pueden soportar su operación si se requiriese.
- Comprobación documental a bordo, de certificados, libros de registro, manual del propietario y demás documentación propia del barco.
- Comprobación del estado y funcionamiento de los componentes y equipos especificados en el RD 1434/1999.

Reconocimiento intermedio

La normativa indica que la profundidad del reconocimiento debe ser aquella que permita al inspector llegar a la conclusión de que la embarcación se encuentra en condiciones razonables de seguridad. Por lo tanto, se observa que esta normativamente puede (no siempre) ser de menor magnitud a la periódica, ya que en la periódica se exige la revisión minuciosa y en esta se deja a criterio del inspector.

Este reconocimiento se realiza entre el segundo y tercer año desde el reconocimiento periódico, y nunca después, en cuyo caso sería una inspección periódica.

Reconocimiento adicional

El reconocimiento adicional es exigido cuando la embarcación sufre reformas o reparaciones de estructura, maquinaria y equipo, o sufre modificaciones o alteraciones de los mismos, ya sea después de un abordaje, varada, averías por temporal o cualquier otro motivo. Se considera que se debe efectuar este tipo de inspección en cuanto las condiciones de seguridad del barco se puedan comprometer.

Es el inspector marítimo designado por la administración marítima y nunca la ECI quien atenderá las pruebas de estabilidad cuando se efectúe algún hecho de los anteriores mencionados que de forma sustancial y a juicio de la Inspección Marítima efectúe la necesidad de estas pruebas.

Por lo anteriormente mencionado, si se tiene que realizar alguna obra importante como un cambio de motor se recomienda hacerlo justo antes de una inspección periódica o intermedia.

Los casos sujetos a inspecciones adicionales son los siguientes:

-Cambio de motor: se debe identificar su funcionamiento, marca, modelo, número de serie y potencia. Para esta obra la administración marítima lo debe haber autorizado previamente mediante una solicitud.

-Cambio de zona de navegación: se efectúa esta inspección adicional si el cambio de zona es a una superior y por lo tanto con un material de seguridad más estricto, además la comprobación de que la propia embarcación cumple los requisitos estructurales (que estructuralmente hablando, teniendo esta obligatoriamente el marcado UE se le revisará si por categoría de diseño la embarcación es capaz de aspirar a la zona de navegación solicitada). Se debe presentar una solicitud previa a el equipamiento para la nueva zona y que este sea aprobado, y la Administración dará un tiempo de preparación pasado el cual realizará una inspección.

-Obras de reforma y/o reparación: siempre y cuando afecten a la embarcación. Requiere de autorización de la Administración junto con la información del instalador o astillero que realiza la obra.

-Cambio de número de pasajeros: se verifica que la embarcación reúne el material necesario para el número de pasajeros nuevo. Se debe presentar la solicitud con la que en un tiempo se efectuará una nueva inspección.

-Cambio de lista: Al ser embarcaciones de recreo esto solo ocurre de lista 6ª a 7ª o viceversa. Se debe presentar solicitud previamente y contar con la misma para llevarla a cabo.

-Cambio o instalación de equipo de radiocomunicaciones: se comprueba la identificación del equipo, número de homologación de autorización de la DGMM, modelo, marca y nº de serie que deben ser registrados por la administración marítima.

Reconocimientos extraordinarios

Estos son llevados a cabo como requerimiento de un órgano judicial y por resolución motivada de la DGMM cuando esta tenga conocimiento de hechos que puedan poner en peligro la seguridad de la vida en la mar, así como que suponga un peligro para el medio ambiente.

También se puede efectuar por parte de la ECI en caso de que el armador no posea el certificado de navegabilidad, bien porque se haya extraviado o por no haber sido expedido nunca en el momento de matriculación.

Durante el reconocimiento se debe comprobar que la embarcación reúne sus debidas condiciones y detectar cualquier modificación no autorizada.

Una vez emitido el informe favorable de la ECI, la Autoridad Marítima emitirá un certificado de navegabilidad.

Los defectos hallados se pueden catalogar como muy graves (comprometen la seguridad de las personas, navegación o medio ambiente), graves (no estar a bordo o vigente la documentación del seguro de responsabilidad civil obligatorio, falta de estanqueidad, deformaciones importantes en el casco, mala ventilación en local de motor o bombas, sistema de gobierno averiado, averías en maquinaria, radiocomunicaciones o caducidad, avería o caducidad de equipamiento de seguridad, mal estado de iluminación, falla en estiba de baterías o su carga, deficiencias en contraincendios, deficiencias en sistema de

equipos de prevención de vertidos, entre otros) y leves (cualquier deficiencia no catalogada como grave o muy grave y sin impacto trascendental en la navegabilidad o seguridad de la embarcación).

Documentación requerida para la inspección

Entendemos que estos son los documentos necesarios para una inspección reglamentaria después de que el barco ya haya pasado la primera y esté en navegación bajo la bandera española (no engloba esto la primera inspección realizada por Eurocontrol, ya que en ella deberá constar el Proyecto Técnico, de entre otra documentación):

-Certificado de navegabilidad

-Recibo del seguro, teniendo activo el mismo en el momento de la inspección, con responsabilidad civil obligatoria de acuerdo al RD 607/1999¹⁹.

-Para embarcaciones de lista 6ª con tripulación contratada dispondrán también de seguro vigente de accidentes.

-En reconocimientos adicionales las normas de diseño, fabricación y montaje de los componentes o sistemas reparados, sustituidos, autorización de Capitanía previa a la obra, y declaración de conformidad.

-Documentación propia de la embarcación.

En caso de que proceda, teniendo en cuenta que no se suelen solicitar dichas documentaciones pero el inspector tiene potestad a hacerlo:

- Notificación de instalación/desmontaje de equipos de radiocomunicaciones.
- Licencia Estación Buque (LEB).
- Manuales de instrucciones de equipos instalados a bordo (en el caso del Halve Maan, podría ser cualquier elemento de maquinaria, incluyendo las placas solares o el rectificador).
- Manual de equipo propulsor o auxiliares a la propulsión.
- Manual del propietario y marcado UE.
- Planos del barco o proyecto técnico.
- Esquemas de las instalaciones.
- Certificados de instalación de material de seguridad (como balsas de seguridad, radiobaliza y respondedor de radar, entre otros).

La realización de los reconocimientos periódicos, intermedios o adicionales deben ser solicitados por el armador con un plazo máximo de 15 días previos a la caducidad del certificado de navegabilidad, y este debe tener disponible toda la documentación citada para estar preparado para cuando llegue el armador, con el barco fuera del agua, y evidentemente en condiciones de inspección. Es el mismo propietario

¹⁹ Real Decreto 607/1999, de 16 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Seguro de Responsabilidad Civil de suscripción obligatoria para embarcaciones de recreo o deportivas.

el que elige el lugar de la inspección. El reconocimiento se divide en dos partes: seco y a flote con fin de poder revisar todos los sistemas y estructura del barco.

Solo en determinados casos se puede prescindir del reconocimiento a flote y efectuar el reconocimiento en seco, de acuerdo con el oficio de la DGMM del 01-12-2014 sobre la embarcación de recreo reconocimiento a flote y seco, que son si se reúnen las siguientes condiciones:

- Eslora de casco máxima de 10m en lista 6ª y 7ª.
- El material del casco no sea de madera.
- No se trate de una embarcación neumática.
- No dispone de equipos que requieran su funcionamiento a flote.
- Los motores sean fueraborda o dentrofueraborda que puedan funcionar con medios auxiliares (en caso de los dentrofueraborda con suministro de agua de refrigeración, y en caso de fuerabordas se pueden comprobar por separado).
- No disponga de aberturas del casco debajo de la línea de flotación
- Nunca se puede obviar la prueba a flote si es un reconocimiento adicional o extraordinario.

Por lo tanto el Halve Maan siempre va a realizar reconocimientos a flote y en seco.

1.14 Material de seguridad

En la página web del Ministerio de Fomento, consultada el 11 de abril de 2020 para la mayor agilidad en la consulta sobre el material de seguridad obligatorio por zona de navegación de embarcaciones con el marcado UE, se presenta un enlace con una tabla del mismo, referenciado en este proyecto como Anexo 9.

También se expresa una advertencia de no considerar los equipos obligatorios como un trámite administrativo, pues el fin de estos es el de preservar la vida de los pasajeros, y en caso de accidente es conocido que la existencia de estos aumenta considerablemente las probabilidades de sobrevivir, en muchas ocasiones las aumenta desde 0.

A la vez, se enlaza la página con un link a SASEMAR²⁰.

El enlace más importante que aporta la web de Fomento, siendo este el primero a mostrar, es la Orden FOM/1144/2003, de 28 de abril, en donde se detalla la información sobre los equipos de seguridad, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias a bordo para las embarcaciones de recreo, la cual dice:

“El Real Decreto 1434/1999, de 10 de septiembre, por el que se establecen los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo para garantizar la seguridad de la vida humana en la mar y se determinan las condiciones que deben reunir las entidades colaboradoras de inspección, establece en su artículo 3 que las embarcaciones de recreo comprendidas dentro de su ámbito de aplicación deberán realizar los reconocimientos correspondientes para verificar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y de prevención de la contaminación. Dicha normativa estaba recogida hasta la fecha, en lo relativo a embarcaciones de recreo, en disposiciones de rango inferior cuyo contenido ha quedado en buena medida desfasado. Esta Orden, confiriendo un marco normativo adecuado para la seguridad de este tipo de embarcaciones, recoge las innovaciones producidas en la determinación de los

²⁰ SASEMAR: Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, cuya misión está específicamente establecida en el artículo 268 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre de 2011), que fija como fin de la Sociedad la prestación de servicios de:

- Salvamento de la vida humana en la mar.
- Prevención y lucha contra la contaminación del medio marino.
- Prestación de los servicios de seguimiento y ayuda al tráfico marítimo, de seguridad marítima y la navegación.
- Remolque y embarcaciones auxiliares.
- Aquellos complementarios de los anteriores.

equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de aguas sucias que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo.

Según el Artículo 4 punto 3:

1. Las embarcaciones sin marcado CE que se matriculen a partir de la entrada en vigor de esta Orden, podrán navegar dentro de la Zona de navegación que se les asigne en función de sus características constructivas y del equipo de seguridad a bordo.

Por lo cual el Halve Maan se ve afectado por esta normativa.

En el Capítulo II, elementos de salvamento, la norma dice:

Artículo 6. Balsas salvavidas

1. Todas las embarcaciones que naveguen dentro de las Zonas de Navegación 1, 2 y 3, deberán llevar una o varias balsas salvavidas para el total de las personas permitidas a bordo. Las características de la/s balsas/s (marca, modelo, número de serie, número de personas) deberán indicarse en el Certificado de Navegabilidad.

2. Las balsas serán revisadas anualmente, debiendo realizarse la primera revisión al año de la entrada en servicio de la balsa, y, en todo caso, antes de los dos años a contar desde la fecha de fabricación. Las balsas serán revisadas en una Estación de servicio autorizada por la Administración según el párrafo 1 de la Resolución de la Organización Marítima Internacional A.761(18) y según procedimientos e instrucciones del fabricante. La prueba hidráulica de los cilindros de inflado se realizará al menos cada cinco años, a contar desde la fecha de fabricación. En cualquier caso, se realizará dicha prueba antes de cada recarga después del uso o cuando se aprecie, después de cada revisión anual, una pérdida de peso de gas mayor del 5% ó de 250 gr si este valor es menor. Cada seis años desde la fabricación, la balsa será sometida a una prueba de sobrepresión del 25% de la presión de servicio indicada por el fabricante, durante 30 minutos, seguida de una prueba de mantenimiento de seis horas a la presión de servicio, al término de la cual, la caída de presión no debe ser superior al 30%. En cualquier caso si, durante una revisión anual, se observa un especial deterioro de la balsa, se procederá, una vez informado el propietario, a realizar la prueba de sobrepresión indicada. Si el propietario no presta su conformidad a la realización de esta prueba, no se le extenderá el correspondiente Certificado de Navegabilidad.

3. Las balsas podrán ser de los siguientes tipos:

- a) SOLAS, homologada por la Dirección General de la Marina Mercante.
- b) SOLAS, homologada por un organismo notificado con la marca de rueda de timón, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo, por el que se regulan los requisitos que deben reunir los equipos marinos destinados a ser embarcados en los buques.
- c) NO SOLAS, por no cumplir alguno de los requisitos SOLAS, siempre que sean homologadas por la Dirección General de la Marina Mercante, por considerarlas equivalentes y aptas para la navegación en las Zonas 1, 2 y 3.
- d) ISO 9650 u otra normativa existente, siempre que sean homologadas por la Dirección General de la Marina Mercante, por considerarlas aptas para la navegación en las Zonas 2 y 3. Las balsas asignadas a una embarcación ya matriculada con anterioridad a la entrada en vigor de esta Orden y que

así conste en su Certificado de Navegabilidad, podrán permanecer a bordo de dicha embarcación, aunque no cumplan con alguno de los requisitos anteriores, siempre y cuando estén en buen estado y hayan pasado las revisiones preceptivas. El paquete de emergencia será el correspondiente a su Zona de navegación, según se establece en el apartado siguiente. En cualquier caso, dichas balsas no se podrán instalar a bordo de otra embarcación.

4. Las balsas SOLAS o equivalentes, en navegaciones en Zona 1, llevarán un paquete de emergencia tipo A de SOLAS. Las balsas en navegaciones en Zonas 2 y 3, llevarán un paquete de emergencia tipo B de SOLAS.

Artículo 7. Chalecos salvavidas

1. Las embarcaciones que naveguen en la Zona 1 llevarán como mínimo un chaleco salvavidas por persona autorizada, más un 10% del total.

2. Las embarcaciones que naveguen en las Zonas 2 a 7 llevarán como mínimo un chaleco salvavidas por persona autorizada.

3. Se proveerán chalecos salvavidas para el 100% de niños a bordo.

4. Los chalecos salvavidas inflables serán revisados anualmente en una Estación de Servicio Autorizada.

5. Los chalecos salvavidas podrán ser de tipo:

a) SOLAS, homologado por la Dirección General de la Marina Mercante.

b) SOLAS, homologado por un organismo notificado con la marca de rueda de timón de acuerdo con el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo.

c) «CE», homologado por un organismo notificado de acuerdo con el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

6. La flotabilidad requerida en los chalecos de marcado «CE», se indica en el cuadro resumen que figura en el artículo siguiente.

Artículo 8. Aros salvavidas

1. Las embarcaciones que naveguen en la Zona 1 llevarán un mínimo de dos aros salvavidas, uno de los cuales llevará luz y rabiza.

2. Las embarcaciones que naveguen en las Zonas 2 a 4 llevarán un aro con luz y rabiza.

3. Los aros salvavidas podrán ser de tipo:

a) SOLAS, homologado por la Dirección General de la Marina Mercante.

b) SOLAS, homologado por un organismo notificado con la marca de rueda de timón de acuerdo con lo establecido en Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo.

c) «CE», homologado por un organismo notificado de acuerdo con el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre.

CUADRO RESUMEN

ELEMENTO	ZONA DE NAVEGACIÓN 1	ZONA DE NAVEGACIÓN 2	ZONA DE NAVEGACIÓN 3	ZONA DE NAVEGACIÓN 4	ZONA DE NAVEGACIÓN 5, 6, 7
BALSAS SALVAVIDAS	100% Personas SOLAS	100% Personas SOLAS o ISO 9650	100% Personas SOLAS o ISO 9650	NO	NO
CHALECOS SALVAVIDAS	110% Personas SOLAS o CE (275 N) (1)	100% Personas SOLAS o CE (150 N) (2)	100% Personas SOLAS o CE (150 N) (2)	100% Personas SOLAS o CE (150 N) (2)	100% Personas SOLAS o CE (100 N) (3)
AROS SALVAVIDAS	2	1	1	1	NO

(1) Chaleco «CE»: flotabilidad mínima requerida según norma UNE-EN 399:1995.

(2) Chaleco «CE»: flotabilidad mínima requerida según norma UNE-EN 396:1995.

(3) Chaleco «CE»: flotabilidad mínima requerida según norma UNE-EN 395:1995.

Tabla 8: Elementos de seguridad por zona de navegación – Fuente: RD: 1407/1992

Artículo 9. Señales de socorro

1. Toda embarcación de recreo deberá disponer de las señales pirotécnicas de socorro que se indican en la tabla siguiente, según la Zona de navegación que le haya sido asignada.

CLASE DE SEÑAL	ZONA DE NAVEGACIÓN 1	ZONA DE NAVEGACIÓN 2	ZONA DE NAVEGACIÓN 3, 4	ZONA DE NAVEGACIÓN 5, 6
Cohetes con luz roja y paracaídas.	6	6	6	-
Bengalas de mano.	6	6	6	3
Señales fumígenas flotantes.	2	2	1	-

Tabla 9: Elementos de seguridad por zona de navegación – Fuente: 1407/1992

2. Todas las señales deberán estar homologadas, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo.

En el Capítulo III del mismo RD, se especifica el equipo de navegación necesario, siendo este según dic-
ta la norma:

Artículo 10

Luces y marcas de navegación.

1. Las luces y marcas de navegación deberán ajustarse al Convenio sobre el Reglamento Interna-
cional para prevenir los Abordajes, 1972, y sus modificaciones posteriores.
2. En caso de navegación diurna exclusivamente, hasta 12 millas de la costa y/o en embarcaciones
de menos de 7 metros de eslora, y se podrá prescindir de las luces de navegación, pero se debe-
rá llevar una linterna eléctrica de luz blanca con baterías de repuesto.
3. Las luces de navegación podrán aceptarse si han sido homologadas por cualquier país de la
Unión Europea. Las embarcaciones de las Zonas 5, 6 y 7, pueden llevar luces no homologadas,
incluso a pilas, siempre que estén en buen estado y en navegación diurna exclusivamente.

Artículo 11

Líneas de fondeo.

1. Todas las embarcaciones deberán disponer de una línea de fondeo cuya longitud no podrá ser inferior a cinco veces la eslora de la embarcación.
2. La longitud del tramo de cadena será como mínimo igual a la eslora de la embarcación, excepto en las embarcaciones menores de 6 metros de eslora en las que la línea de fondeo puede estar constituida enteramente por estacha.
3. No son admisibles cadenas ni estachas empalmadas sin grillete.
4. En la tabla siguiente, se indican los diámetros de cadena y de estacha y el peso del ancla que cada embarcación deberá llevar en función de su eslora:

ESLORA (m)	Peso del Ancla (kg)	Diámetro de cadena (mm)	Diámetro de estacha (mm)
L = 3	3,5	6	10
L = 5	6	6	10
L = 7	10	6	10
L = 9	14	8	12
L = 12	20	8	12
L = 15	33	10	14
L = 18	46	10	14
L = 21	58	12	16
L = 24	75	12	16

Tabla 10. Características de línea de fondeo – Fuente: Ministerio de Fomento

5. Las cadenas deben ser de acero galvanizado o equivalente, con el diámetro indicado en la tabla y medido de acuerdo con la norma EN 24565.
6. El diámetro de la estacha está referido a estachas de nylon; en todo caso su carga de rotura será mayor que la de la cadena.
7. El peso de las anclas indicado en la tabla corresponde a anclas de alto poder de agarre (con una tolerancia del 10%), por lo que el peso debe aumentarse en un tercio en otros tipos de anclas. El peso del ancla podrá dividirse en dos anclas, siendo el peso del ancla principal no menor del 75% del peso total.
8. Para esloras intermedias a las indicadas en la tabla se interpolarán los valores del peso del ancla y diámetros de la cadena y estacha.

Artículo 12. Material náutico

1. Las embarcaciones de recreo deberán disponer del material náutico que se señala en la tabla siguiente, y reunir los requisitos que se indican en el apartado 2, siempre de acuerdo con la Zona de navegación que le haya sido asignada. La relación de la tabla no es limitativa, pudiendo disponerse de elementos que correspondan a Zona de navegación superiores a la suya propia.

MATERIAL	Zona de Navegación				REQUISITOS
	1	2	3, 4	5, 6, 7	
Compás	1	1	1		a)
Corredera	1	1			b)
Sextante	1				c)
Cronómetro	1				
Compás de puntas	1	1			
Transportador	1	1			
Regla de 40 cm	1	1			
Prismáticos	1	1	1		
Cartas y libros náuticos.	1	1	1		d)
Bocina de niebla	1	1	1	1	e)
Barómetro	1	1			
Campana o similar	1	1	1		f)
Pabellón nacional	1	1	1	1	
Código de banderas	1	1			g)
Linterna estanca	2	2	1		h)
Diario de navegación	1				
Espejo de señales	1	1	1	1	
Reflector de radar	1	1	1		i)
Código de señales	1	1	1	1	j)

Tabla 11. Material de seguridad – Fuente: Ministerio de Fomento

2. Requisitos:

a) Compás.

i. Las embarcaciones que naveguen en las Zonas 1 y 2, deberán llevar un compás de gobierno con iluminación y un compás de marcaciones. Además deberá existir a bordo una tablilla de desvíos que se comprobará cada cinco años.

ii. Las embarcaciones que naveguen en las Zonas 3 y 4 deberán llevar un compás de gobierno.

iii. En todos los casos, se evitarán las acciones perturbadoras sobre el compás, tales como las derivadas de instalaciones radioeléctricas o circuitos eléctricos.

iv. El compás podrá ser el compás magnético o el compás para botes salvavidas regulado en el Anexo A.1 del Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo.

b) Corredera. Será de hélice, eléctrica o de presión, con totalizador. Alternativamente se permitirá un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

c) Sextante. Irá acompañado por las tablas necesarias para una navegación astronómica.

d) Cartas y libros náuticos.

i. Llevarán las cartas que cubran los mares por los que navegue según las respectivas categorías y los portulanos de los puertos que utilicen.

ii. Son obligatorios el Cuaderno de Faros y un Derrotero de la zona en que naveguen, el Anuario de Mareas (excepto en el Mediterráneo), el Manual de Primeros Auxilios, el Reglamento de Radiocomunicaciones si montan radio y el Código Internacional de Señales, para las navegaciones en la Zona 1.

e) Bocina de niebla. Puede ser a presión manual o sustituible por bocina accionada por gas en recipiente a presión. En este caso, se dispondrá de una membrana y un recipiente de gas como respetos.

f) Campana. En embarcaciones de eslora igual o superior a 15 metros, el peso de la campana será de 5 kilogramos como mínimo. En esloras inferiores a 15 metros, la campana no es obligatoria pero se deberá disponer de medios para producir sonido de manera eficaz.

g) Código de banderas. Deberán poseer como mínimo las banderas C y N. Para la Zona 1, sus dimensiones mínimas serán de 60 x 50 centímetros.

h) Linterna estanca. Se dispondrá de una bombilla y un juego de pilas de respeto.

i) Reflector de Radar. Se colocará en embarcaciones de casco no metálico.

j) Código de señales. Si monta aparatos de radiocomunicaciones.

3. El material a que se refiere el apartado 2, que venga contemplado en el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo, deberá cumplir con los requisitos allí establecidos.

Artículo 13. Material de armamento diverso

1. Toda embarcación de recreo deberá llevar a bordo el siguiente material de armamento:

a) Una caña de timón de emergencia en embarcaciones de vela y en las de un solo motor si el gobierno es a distancia, excepto si el motor es fueraborda o de transmisión en z.

b) Un mínimo de dos estachas de amarre al muelle (en su caso), de longitud y resistencia adecuados a la eslora de la embarcación.

c) Un bichero.

d) Un remo de longitud suficiente y dispositivo de boga, o un par de zaguales para embarcaciones de eslora inferior a 6 metros.

e) En las embarcaciones neumáticas rígidas y semirrígidas, un inflador y un juego de reparación de pinchazos.

f) Un botiquín:

i. Las embarcaciones con tripulación contratada, deberán contar con el botiquín prescrito en el Real Decreto 258/1999, de 12 de febrero, por el que se establecen las condiciones mínimas sobre la protección de la salud y la asistencia médica de los trabajadores del mar y la Orden PRE/930/2002, de 23 de abril (botiquines tipos A, B y C, según el alejamiento de la costa y tiempo de navegación).

ii. Las embarcaciones sin tripulación contratada, autorizadas para la Zona de navegación 5, deberán contar con el botiquín tipo número 4, según la Orden de 4 de diciembre de 1980 sobre botiquines a bordo de los buques y embarcaciones mercantes nacionales.

iii. Las embarcaciones sin tripulación contratada, autorizadas para las Zonas de navegación 3 y 4, deberán contar con el botiquín tipo Balsa de salvamento (según las disposiciones citadas en el punto i).

iv. Las embarcaciones sin tripulación contratada, autorizadas para la Zona de navegación 2, deberán contar con el botiquín tipo C (según las disposiciones citadas en el punto i).

v. Las embarcaciones sin tripulación contratada, autorizadas para la Zona de navegación 1, deberán contar como mínimo con el botiquín tipo C (según las disposiciones citadas en el punto i), que será completado en función de la duración del viaje, de los parajes frecuentados y del número de personas.

En el Capítulo IV de la misma norma se regulan los medios contraincendios y de achique:

Artículo 14. Extintores portátiles

1. Las embarcaciones de recreo, incluso aquellas dotadas de otros sistemas de extinción, deberán llevar extintores portátiles en la cantidad y del tipo que se especifica más adelante.

a) Los extintores deberán instalarse en puntos de fácil acceso y alejados en lo posible de cualquier fuente posible de incendio.

b) Cuando la embarcación lleve instalación eléctrica de más de 50 voltios, uno de los extintores debe ser adecuado para fuegos de origen eléctrico.

c) Los extintores serán de tipo homologado por la Dirección General de la Marina Mercante para embarcaciones de recreo o llevarán la marca de timón que establece el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo, y estarán sometidos a las revisiones correspondientes, debiendo estar provistos de una tarjeta informativa en la que conste la fecha de la última revisión y el nombre de la entidad que la realizó. El extintor contendrá al menos de 2 kilogramos de producto extintor (polvo seco, o cantidad equivalente de otro producto extintor).

2. Extintores afectos a la embarcación y sus instalaciones:

L	Número y tipo de extintores *
Si tiene cabina cerrada y $L < 10$ m	1, tipo 21 B
$10 \leq L < 15$ m	1, tipo 21 B**
$15 \leq L < 20$ m	2, tipo 21 B**
$20 \leq L < 24$ m	3, tipo 21 B**

(*) Tipo de extintores: eficacia mínima.

(**) Para embarcaciones de la lista 6.^a y $L > 10$ m, un extintor más de los indicados.

Tabla 12. Extintores en embarcaciones de recreo – Fuente: Ministerio de Fomento

3. Extintores afectos a la instalación propulsora.

a) Las embarcaciones dotadas de uno o más motores deberán llevar los extintores afectos al compartimento motor cuyo número se indica en la tabla, o una instalación fija de extinción de incendios que cumpla con lo indicado en el artículo siguiente.

b) Si la eslora es menor de 10 metros, estos extintores servirán para cumplir lo exigido en el punto 2.

c) Para las embarcaciones con motores fueraborda de menos de 20 kilovatios adscritas a las Categorías de Navegación 6 y 7, no será obligatoria la instalación de extintor.

d) Las embarcaciones provistas de una instalación fija de extinción de incendios deben tener un extintor portátil situado en las proximidades del compartimento del motor, suficiente para cubrir la cuarta parte de la potencia sin que deba exigirse más de un extintor.

Número de extintores exigidos en función de la potencia instalada a bordo

Potencia máxima instalada	Número y tipo de extintores *
$P \leq 150 \text{ kw}$	1 tipo 21 B.
$150 < P \leq 300 \text{ kw}$	1 tipo 34 B (con un motor). 2 tipo 21 B (con 2 motores).
$300 < P \leq 450 \text{ kw}$	1 tipo 55 B (con un motor). 2 tipo 34 B (con 2 motores).
$450 \text{ kw} < P$	Con 1 motor:
	1 tipo 55 B y además el número de extintores necesarios para cubrir la potencia del motor por encima de los 450 kw.
	Con 2 motores:
	1 tipo 55 B por cada motor (que puede ser 34 B si la potencia de cada uno de los motores es inferior a 300 kw) y además el número de extintores necesarios para cubrir la potencia total instalada.

(*) Tipo de extintores: eficacia mínima.

Tabla 13. Normativa extintores – Fuente: RD 1434/1999

Artículo 15. Medios fijos de extinción de incendios

1. Sin perjuicio del equipo fijo de extinción de incendios, adecuado al riesgo de incendio, que deba llevar cada embarcación, las embarcaciones con motores que utilicen combustible clasificado del grupo 1, de acuerdo con el artículo 19, deberán estar provistas de una instalación fija de extinción en el compartimento del motor, que evite abrir el compartimento en caso de incendio.
2. La instalación anterior cumplirá con los siguientes requisitos:
 - a) No son admisibles gases halógenos como agentes extintores.
 - b) El disparo del dispositivo de extinción debe poder realizarse manualmente desde el exterior del compartimento.
 - c) Este sistema de extinción no se utilizará nunca en los lugares habitables.
 - d) Solamente se permitirá el disparo automático de la instalación en pequeños compartimentos del motor no accesibles (que no tenga cabida una persona).

Artículo 16. Detección de incendios y de gases

1. Sin perjuicio del equipo de detección de incendios o de gases adecuado al riesgo de incendio, que deba llevar cada embarcación, las embarcaciones que tengan instalaciones de gas combustible, total o parcialmente en el interior del casco, deberán llevar medios de detección de gases (detector de gas).
2. En el caso de existir un sistema de detección de incendios o de gases, éste cumplirá los siguientes requisitos:
 - a) Su indicación será automática.
 - b) Los indicadores se centralizarán en el puesto de mando.
 - c) Su alimentación eléctrica será directa.
 - d) Accionará tanto señales luminosas como sonoras.

Artículo 17. Baldes contraincendios

Todas las embarcaciones de recreo deberán ir provistas de los baldes que se indican en el siguiente cuadro:

Zona de Navegación	Número de baldes contraincendios con rabiza
3, 4	1
1, 2	2
1 y 2 (L > 20 m)	3

Tabla 14. Baldes contraincendios – Fuente: RD 1434/1999

1. Serán ligeros y de fácil manejo y dispondrán de una capacidad mínima de 7 litros. Se aceptan los fabricados de material plástico siempre que sean de construcción robusta y sus asas no puedan desprenderse.
2. Podrán usarse también para achique

Artículo 18. Extracción de gases

Los motores interiores con arranque eléctrico que utilicen combustible clasificado del grupo 1.º según el artículo 19, deberán disponer de un ventilador eléctrico antideflagrante (según Norma ISO 8846) que funcione por aspiración y descargue directamente al exterior, y capaz de renovar por completo el aire del compartimento del motor y de los tanques de combustible en menos de cuatro minutos. El circuito eléctrico del ventilador será independiente del circuito de arranque del motor, con objeto de ventilar el compartimento antes del arranque. Junto al dispositivo de arranque habrá una placa visible en castellano que recuerde la necesidad de ventilar el compartimento del motor durante cuatro minutos antes de arrancar los motores.

Artículo 19. Clasificación de combustibles

A efectos de lo previsto en la presente Orden, los combustibles utilizados a bordo de las embarcaciones de recreo se clasifican en dos grupos:

- a) Grupo 1º. Combustibles líquidos cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 °C (combustible hidrocarburado que es líquido a la presión atmosférica y se usa en motores de ignición por chispa).
- b) Grupo 2º. Combustibles líquidos cuyo punto de inflamación sea igual o superior a 55 °C (combustible hidrocarburado que es líquido a la presión atmosférica y se usa en motores de ignición por compresión).

Artículo 20. Medios de achique

1. Sin perjuicio de los medios de achique exigidos para las embarcaciones con el marcado CE, las embarcaciones de recreo deberán al menos ir provistas de los medios de achique que se indican a continuación, de acuerdo con las Zonas de navegación:

- a) En las Zonas 1, 2 y 3, una bomba accionada por el motor principal u otra fuente de energía, otra bomba de accionamiento manual, y dos baldes.
- b) En las Zonas 4, 5 y 6, un balde y una bomba.

- c) En la Zona 7, una bomba manual o eléctrica. Para $L \leq 6$ m con cámaras de flotabilidad, un achicador.
 - d) En veleros adscritos a las Zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, al menos una bomba será manual y fija, operable desde la bañera con todas las escotillas y accesos al interior cerrados.
 - e) En embarcaciones con compartimentos de sentina separados se deben proveer similares medios de bombeo.
2. La capacidad de las bombas no debe ser menor de (a una presión de 10 kPa):
- a) 10 litros/min para $L \leq 6$ m.
 - b) 15 litros/min para $L > 6$ m.
 - c) 30 litros/min para $L \geq 12$ m. Para bombas manuales, la capacidad debe alcanzarse con 45 emboladas por minuto.
3. Las bombas que se encuentren en espacios cerrados que contengan motores o tanques de combustible del grupo 1, deberán ser antideflagrantes.

El Capítulo V es el que hace referencia a la prevención de vertidos, refiriéndose a artículos de leyes basados en el MARPOL para facilitar la aplicación reuniendo en el mismo Real Decreto las condiciones a cumplir para una embarcación de recreo, como dice en los artículos de este capítulo:

Artículo 21. Aplicación

Además de por lo señalado en el artículo 60 de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, la prevención de vertidos de aguas sucias y contaminantes se regirá por lo dispuesto en este capítulo.

Artículo 22. Vertidos de aguas sucias y contaminantes

Las embarcaciones estarán construidas y/o dotadas de modo que se evite que se produzcan vertidos accidentales de aguas sucias y de contaminantes tales como aceite o combustibles, en el agua.

Artículo 23. Sistemas de retención de instalaciones sanitarias

1. Toda embarcación de recreo dotada de aseos deberá estar provista, sin perjuicio de los requisitos exigidos para las embarcaciones con el marcado CE, de depósitos de retención o instalaciones que puedan contener depósitos, destinados a retener las aguas sucias generadas durante la permanencia de la embarcación en zonas para las cuales existan limitaciones del vertido de este tipo de aguas, y con capacidad suficiente para el número de personas a bordo. Los aseos con sistema de tanque de almacenamiento transportable son aceptables si dichos tanques cumplen con lo dispuesto en ISO 8099.

2. Los depósitos fijos o instalaciones:

- a) Estarán conectados con las descargas de los aseos instalados en la embarcación, con conexiones lo más cortas y directas que sea posible, y serán instalados en lugares accesibles. En las embarcaciones con más de un aseo, ya matriculadas, que tengan dificultades, por motivos de espacio, para la conexión de todos los aseos, al menos uno de los aseos estará conectado con los depósitos fijos o instalaciones.
- b) Dispondrán de medios de ventilación adecuados.
- c) Dispondrán de medios para indicar que el contenido en aguas sucias almacenado supere los 3/4 de capacidad del depósito o instalación.
- d) Su capacidad será suficiente para retener las aguas sucias generadas por el máximo número de personas autorizadas para la embarcación, durante al menos dos días a razón de 4 litros por persona y día.

3. La embarcación que disponga de depósitos instalados de forma permanente estará provista de una conexión universal a tierra que permita acoplar el conducto de las instalaciones de recepción con el conducto de descarga de la embarcación.
4. Además, los conductos destinados al vertido de residuos orgánicos humanos que atraviesen el casco dispondrán de válvulas que puedan cerrarse herméticamente para prevenir su apertura inadvertida o intencionada, tales como precintos o dispositivos mecánicos.
5. El cumplimiento de la norma ISO 8099 da presunción de conformidad con los requisitos exigidos a los sistemas de retención de instalaciones sanitarias.

Artículo 24. Descarga de aguas sucias

1. Está prohibida toda descarga de aguas sucias desde embarcaciones de recreo en las siguientes aguas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción:
 - a) zonas portuarias,
 - b) aguas protegidas y
 - c) otras zonas como rías, bahías y similares.
2. Se autoriza la descarga de aguas sucias por embarcaciones de recreo en otras aguas en las que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, siempre que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:
 - a) Que la embarcación efectúe la descarga a una distancia superior a 3 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema que cumpla las condiciones establecidas en el apartado 5, o a distancia mayor que 12 millas marinas si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas. Las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose la embarcación en ruta navegando a velocidad no menor que 4 nudos.
 - b) Que la embarcación efectúe la descarga en aguas distintas de las señaladas en el apartado 1 de este artículo, utilizando una instalación a bordo para el tratamiento de las aguas sucias que cumpla las prescripciones del apartado 6, y que, además el efluente no produzca sólidos flotantes visibles ni ocasione decoloración, en las aguas circundantes.
 - c) Cuando las aguas sucias estén mezcladas con residuos o aguas residuales para los que rijan prescripciones de descarga diferentes, se les aplicarán las prescripciones de descarga más rigurosas.
3. El apartado anterior no será de aplicación:
 - i) A la descarga de las aguas sucias de una embarcación cuando sea necesaria para proteger la seguridad de la embarcación y de las personas que lleve a bordo, o para salvar vidas en el mar.
 - ii) A la descarga de aguas sucias resultantes de averías sufridas por una embarcación, o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado toda suerte de precauciones razonables para atajar o reducir a un mínimo tal descarga.

Las autoridades portuarias y/o marítimas están autorizadas a precintar, mientras la embarcación permanezca en las zonas portuarias o protegidas, aquellas conducciones por las que se pueda verter las aguas sucias directamente al mar o aquellas por las que se pueda vaciar el contenido del depósito de retención de aguas sucias al mar.

ZONA	OPCIÓN DE DESCARGA
Aguas portuarias. Zonas protegidas. Rías, Bahías, etc.	No se permite ninguna descarga, ni siquiera con tratamiento.
Hasta 3 millas.	Se permite con tratamiento. Ni sólidos ni decoloración.
Desde 3 millas hasta 12 millas.	Se permite desmenuzada y desinfectada. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.
Más de 12 millas.	Se permite en cualquier condición. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.

Tabla 15. Descargas de aguas – Fuente: RD 1434/1999

5. Si la embarcación está equipada con una instalación para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias, esta instalación, para que pueda ser considerada válida en sustitución del depósito del artículo 23 y/o para que puedan efectuarse las descargas previstas en el apartado 2.a), debe haber sido aceptada por la Administración española en función de los procedimientos establecidos en normas de ensayo reconocidas internacionalmente.

6. Si la embarcación está equipada con una instalación para el tratamiento de las aguas sucias, esta instalación, para que pueda ser considerada válida en sustitución del depósito del artículo 23 y/o para que puedan efectuarse las descargas previstas en el apartado 2.b), debe haber sido certificada u homologada de acuerdo con los procedimientos establecidos en alguno de los siguientes instrumentos normativos:

- a) Certificada de acuerdo con el procedimiento establecido por el Real Decreto 809/1999, de 14 de mayo.
- b) Homologada por la Administración española de acuerdo con las normas y métodos de ensayo aprobados por la Organización Marítima Internacional, o a normas internacionales reconocidas.
- c) Aceptada, en su caso, por la Administración española después de haber sido homologada o certificada por otras Administraciones.”

El Capítulo VI, *Infracciones y sanciones* no será mencionado en este proyecto dado que no es del ámbito del diseño o de la ingeniería.

Teniendo ya la normativa que aplica en el Halve Maan como embarcación de recreo, para no hacer extenso el objetivo, se escribe el listado a continuación del material del que debe de estar dotada la embarcación para la zona de navegación 2, a modo de *checklist*.

- Balsa salvavidas para 12 pasajeros (tipo SOLAS, o no SOLAS homologadas por la DGMM).
- Paquete de emergencia tipo B (en la balsa).
- Un chaleco salvavidas por persona.
- Un aro salvavidas con rabiza y luz.
- 6 cohetes con luz roja y paracaídas.
- 6 bengalas de mano.
- 2 señales fumígenas flotantes.

- Luces y marcas de navegación deberán ajustarse al Convenio sobre el Reglamento Internacional de Abordajes, 1972, y sus modificaciones posteriores.
- Línea de fondeo de 5x17,2=86m.
- Ancla de 46kg, diámetro de cadena 10mm, diámetro de estacha 14mm (acero galvanizado o equivalente, medido de acuerdo a la norma EN24565).
- Compás
- Corredera
- Compás de puntas
- Transportador
- Regla de 40cm
- Prismáticos
- Cartas y libros náuticas
- Bocina de niebla
- Barómetro
- Campana o similar
- Pabellón nacional
- Código de banderas
- Dos linterna estanca
- Espejo de señales
- Reflector de radar
- Código de señales
- Una caña o timón de emergencia
- Un mínimo de dos estachas de amarre a muelle de longitud y resistencia adecuados a la eslora de la embarcación
- Un bichero
- Un botiquín tipo A
- Tres extintores tipo 21 B
- Un extintor tipo 21 B para la instalación propulsora
- Equipo de detección de incendios (debido a la cocina de gas)
- Dos baldes contraincendios con rabiza
- Una bomba accionada por el motor principal u otra fuente de energía (capacidad igual o superior a 30l/min)
- Otra bomba de accionamiento manual fija operable desde la bañera
- Depósitos de retención de aguas sucias (según ISO 8099)
- Conexión universal de depósitos de aguas sucias a tierra,

Nota: Se ha tenido en cuenta el Halve Maan como categoría de diseño B y zona de navegación 2, y combustible Diesel.

1.15 Embarcación histórica

Una posibilidad considerada inicialmente es realizar el proceso con el Halve Maan como embarcación histórica.

En el artículo 3.2 del RD 1435/2010 del 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima se encuentra una referencia a la dicha consideración.

Como dice la normativa:

“Están excluidas del ámbito de aplicación de este real decreto las embarcaciones que tengan otorgado permiso temporal de navegación de acuerdo con la normativa vigente y las embarcaciones de recreo de la lista sexta que transporten más de doce pasajeros.

No estarán obligadas a su registro, o se regularán por su normativa específica, las embarcaciones históricas y tradicionales, así como las embarcaciones de regatas que estén destinadas exclusivamente a la competición y los artefactos flotantes o de playa.”

Por lo tanto, pudiendo acreditar ante la autoridad competente la antigüedad de la embarcación es posible considerar esta como histórica. El documento que puede demostrar eso es el documento de baja de la bandera inglesa, en donde aparecen datos del barco, adjuntado en este proyecto como Anexo 5.

En el RD 804/2014, de 19 de septiembre, por el que se establecen el régimen jurídico y las normas de seguridad y prevención de la contaminación de los buques de recreo que transporten hasta doce pasajeros se encuentra otra referencia respecto la embarcación histórica.

En el Artículo 4, de exclusiones, en el apartado d) se expone que los buques originales y las reproducciones singulares de buques históricos proyectados antes del 1965 y construidos predominantemente con los materiales y técnicas de origen propios de la época están exentos de cumplir la normativa vigente.

Este caso no aplica al Halve Maan ya que este no es un buque, sino una embarcación de recreo.

Por lo tanto se descarta la opción de embarcación histórica, hecho instigado por el motivo que no estar inscrito en el registro español significa que administrativamente hablando, el barco no existe, por lo que ningún pasajero puede subir, y por el mismo motivo, no se puede asegurar.

El mismo motivo puede ser un agravante en la agilización de los trámites en otros puertos que no sean el habitual.

Conocida la información de que el barco no solo se proyecta para alquilar, sino para navegar entre puertos como condición habitual, esta opción queda descartada.

Es conocido que con otras embarcaciones como el buque Sirius Dog Star, buque de recreo propiedad de Varador 2000, que pese a tener una antigüedad similar al Halve Maan (1918) ha sido matriculado y sometido a un proceso de reforma según normas del *Lloyd's Register Rules*. Esto es debido a que la consideración de embarcación histórica limitaría enormemente la operatividad de la embarcación.

Capítulo 2: Proceso de reforma

2.1 Introducción

El capítulo 2 se centra en los cálculos justificativos y proceso de diseño, así como las justificaciones técnicas de ciertas decisiones entre estudiante y socios (como la instalación del hidrogenerador).

El capítulo es la culminación de la etapa estudiantil de la Ingeniería como Proyecto Final, en donde se aplican los procesos, cálculos y criterios aprendidos durante la carrera en un proceso real con el fin de hallar problemáticas o soluciones que no sean puramente teóricas.

Si bien esto ha conllevado una mayor carga horaria, como contrapartida se ha conseguido un proceso lineal y no continuamente abierto, como se observa en el Apartado 1.12 Documentación Requerida en donde una vez conseguida la baja de la bandera inglesa se aprende el *modus operandi* del proceso y se cierran posibles factores que inducían a fallo que se consideran en un principio. A consecuencia de ello, la obtención de información o trabajo de campo y el diseño o redacción del proyecto han cargado un tiempo sobre el estudiante a partes aproximadamente iguales.



Figura 7. Halve Maan fuera del agua – Fuente: propia

Esta parte no dispone de cálculos incluidos en el proyecto de ISONaval como pueden ser el escantillonado debido a dos motivos principales:

Primero: El inexorable avance del COVID-19 retrasa la obtención del proyecto por parte de ISONaval, congelándose el proceso. Apartados como este son de especial delicadeza legal ya que toda normativa que no sea con carácter retroactivo o bien no aplica al Halve Maan o es a criterio del inspector, por lo que a partir de un escáner 3D se pretende calcular la resistencia de arrufo, quebranto, y a olas y viento, junto a mediciones de la estructura longitudinal y transversal interior para así dictaminar si se puede catalogar con una categoría de diseño u otra. Esto aplica en términos similares a otros apartados.

Segundo: Este proyecto se centra en el asesoramiento técnico y el seguimiento del proceso como alumno así que se le da más peso a términos de diseño o decisiones técnico-funcionales, como pueden ser el tipo de *antifouling* del casco y el proceso con el cual se pretende protegerlo debidamente contra la corrosión e intensificar el atractivo estético, por lo cual se centra mucho más en temas de esta índole.

Se insiste en que durante la realización de este proyecto se ha trabajado con los socios para orientarlos a la mejor opción de acuerdo con sus intereses personales, obteniendo una situación en la que todos ganan. Los socios, por lo mencionado anteriormente, y el alumno, debido a la posibilidad de apoyar en un proyecto real y así aprender y escribir dicho proceso.



Figura 8. Halve Maan pintado – Fuente: propia

2.2 Modelo 3D – Estabilidad y resistencia al avance

Para la obtención de datos básicos en la embarcación como la resistencia al avance, y el diseño de planos se ha realizado una aproximación de un modelo del barco con el software de diseño en 3D *Rhinoce-ros*, ya que este permite la obtención, creación y modificación de formas en 3D complejas de dibujar con una aproximación suficiente en otros programas.

Se considera la opción de realizar un plano de disposición directamente en el software *Autocad* o tomar como embarcación de referencia un modelo existente de Maxsurf aplicando la opción *Parametric Transformation* para introducir los datos de eslora, manga, calado, puntal y coeficientes prismático y de bloque. Se descarta la opción a los minutos de considerarla ya que los resultados obtenidos tendrían que ver poco con la realidad. En un proyecto de toma de decisiones técnicas se consideran insuficientes los datos que se pueden obtener de esta manera.

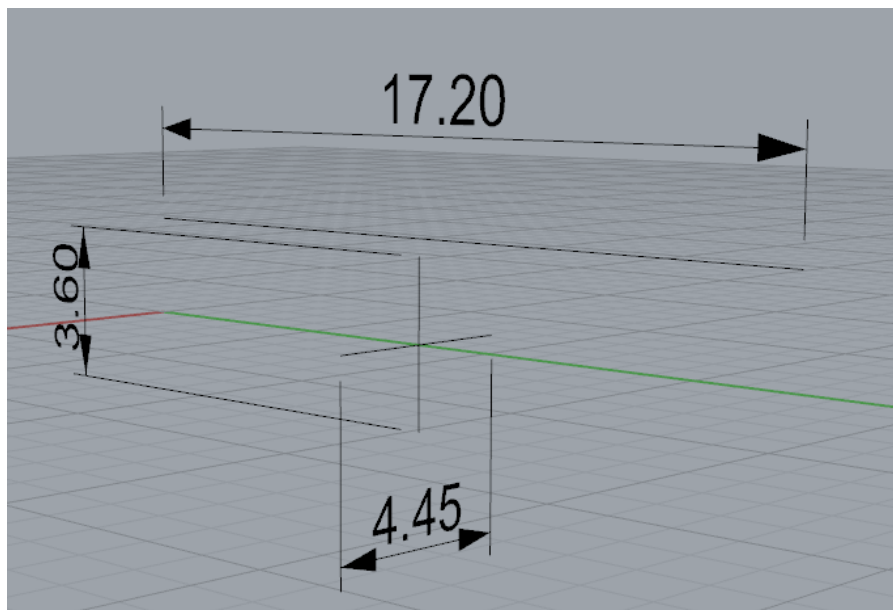


Figura 9. Trazado dimensiones básicas del casco – Fuente: propia

Así que se procede a crear el modelo 3D con medidas tomadas con un metro láser en la propia embarcación (para conocer mangas y puntales en unos intervalos de 0,2m de eslora con la embarcación fuera del agua. Incrementando a 0,1m en puntos próximos a la proa y popa. Junto con la acotación en el propio diseño 3D de los datos obtenidos y las herramientas del *Software* se consigue un resultado propiamente válido para la obtención de datos y planos de disposición de sistemas, cableado y volúmenes suficientes.

El propósito inicial es comparar los resultados obtenidos con los de ISONaval, ya que la empresa tiene previsto un escáner 3D para la obtención de formas. Al no preverse una pandemia mundial el Proyecto se redacta sin esa comparación, pero con todos los demás planos y cálculos con la constante realimentación informativa de los socios y el tutor del Proyecto.

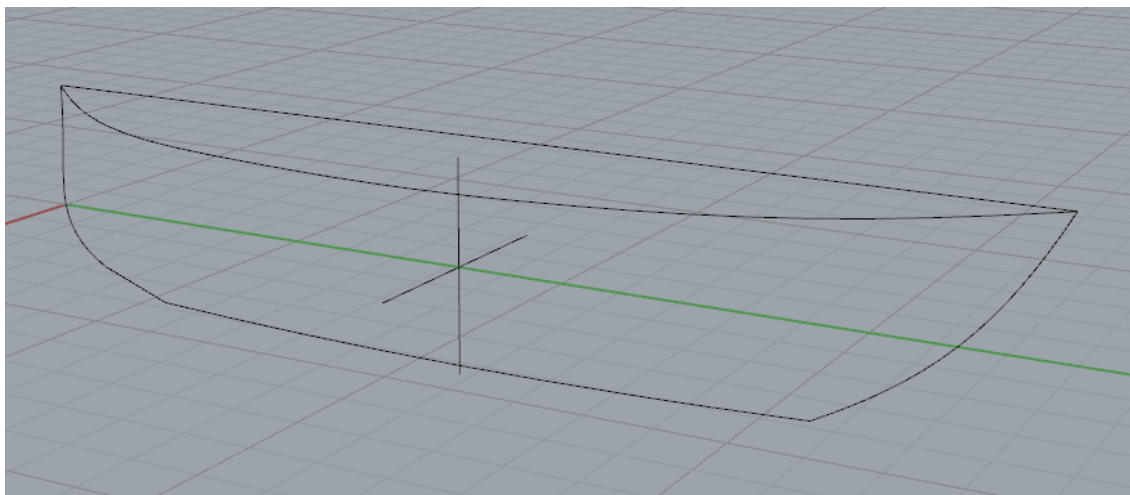


Figura 10. Trazado inicial tridimensional – Fuente: propia

Después de las dimensiones básicas dibujamos la quilla²¹ y la regala²². La embarcación empieza a parecerse a la real, aunque para que eso ocurra de una forma sustancial es imperativo instalar puntos de control.

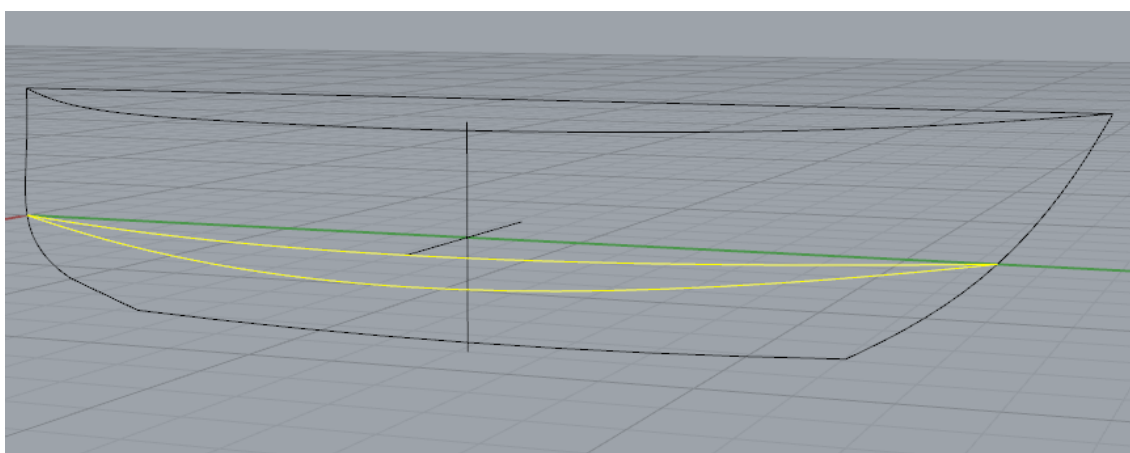


Figura 11. Líneas de agua iniciales – Fuente: propia

Se trazan dos curvas de agua para adquirir control de la curvatura sobre las cuadernas.

²¹ Quilla: Pieza alargada de madera o de hierro, que va de proa a popa por la parte inferior de una embarcación, y en la que se apoya toda su armazón.

²² Regala: Tablón que cubre todas las cabezas de las ligazones en su extremo superior y forma el borde de las embarcaciones.

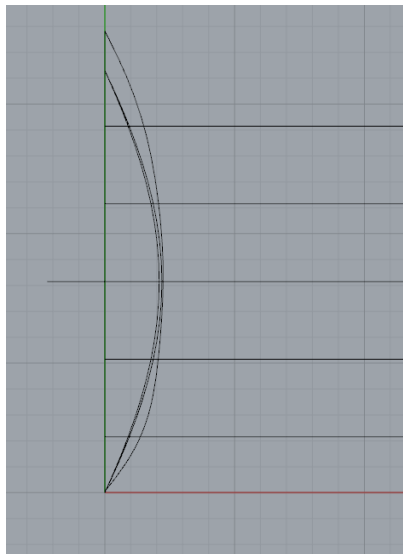


Figura 12. Cuadernas de trazado – Fuente: propia

División del casco en 6 segmentos para poder ubicar 5 cuadernas para el trazado del casco

Se divide el casco en 6 segmentos para poder ubicar 5 cuadernas para el trazamiento del casco.

Aclaración: Las cuadernas trazadas no se corresponden al escantillonado real pues estas son ficticias y se traza el número óptimo de ellas para poder curvar debidamente el casco en el modelo 3D.

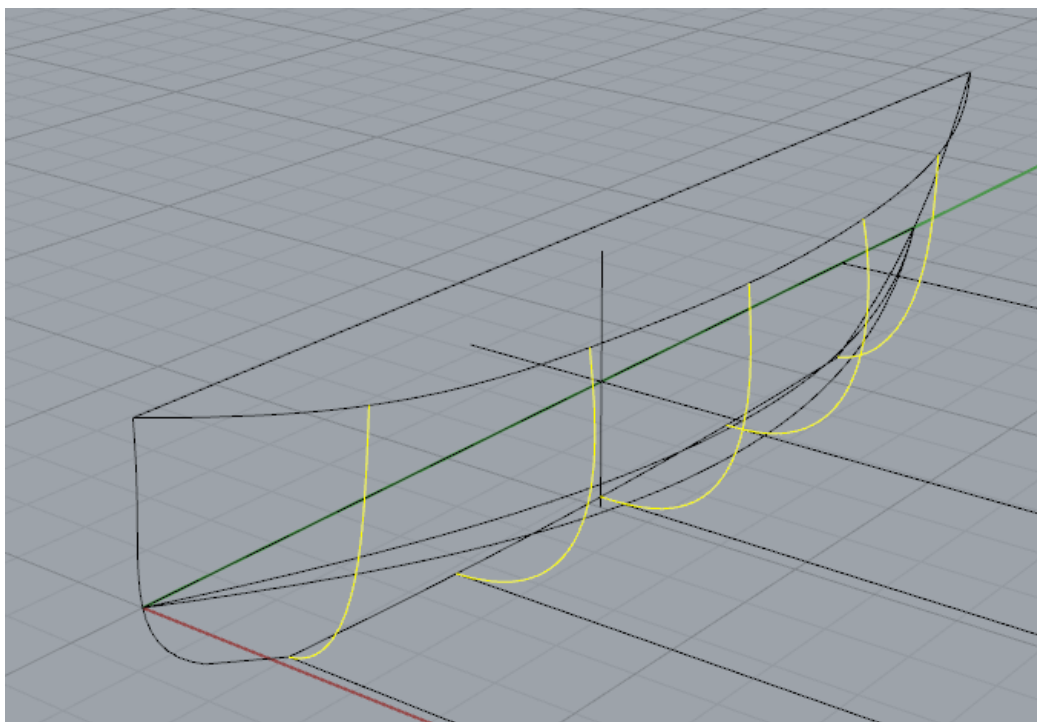


Figura 13. Cuadernas trazadas – Fuente: propia

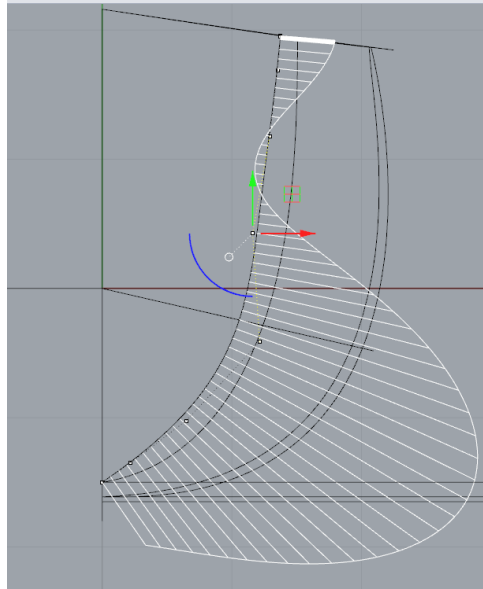


Figura 14. Gráfico de curvatura en popa – Fuente: propia

Repaso de cada cuaderna mediante la función Gráfico de curvatura (en este caso se aprecia que la cuaderna no siempre tiene una curvatura constante sino que pasa de cóncava a convexa y de convexa a cóncava –esto causa que queden abolladuras en el casco), por lo que se trata de evitar (ya que el casco real no tiene abolladuras, pero si fuese un proceso de diseño también se debería de evitar ya que en la resistencia al avance es un agravante que hay que tener en consideración).

Para solucionarlo se reconstruye la curva con 9 puntos de control y se eliminan o desplazan según convenga para eliminar la convexidad.

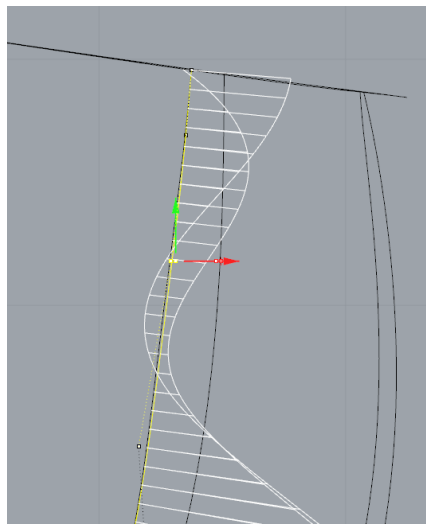


Figura 15. Control de puntos de control – Fuente: propia

Desde el punto de vista del diseño, como se muestra en la Figura 15, no es óptimo tener puntos de control tan juntos ya que la variación de curvatura por unidad de longitud será brusca, por lo que se decide eliminar uno. En la figura se aprecia como un insignificante cambio de posición de un punto de control altera notoriamente la curvatura de la cuaderna.

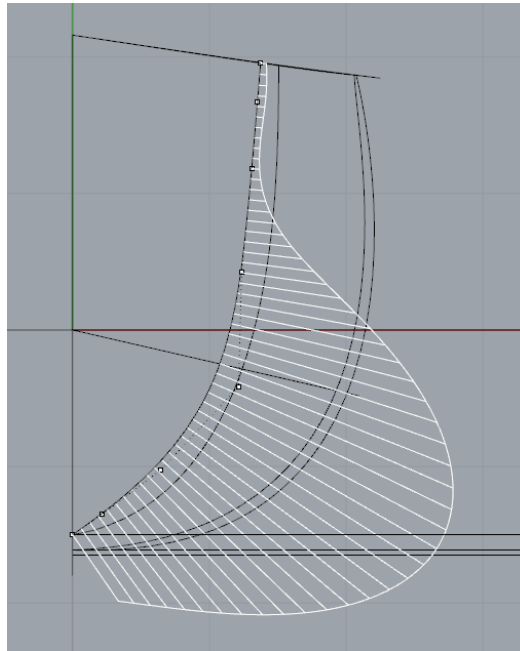


Figura 16. Proa corregida – Fuente: propia

Curvatura uniforme y constante de la cuaderna. Se da por buena comparándose con fotos de la embarcación real.

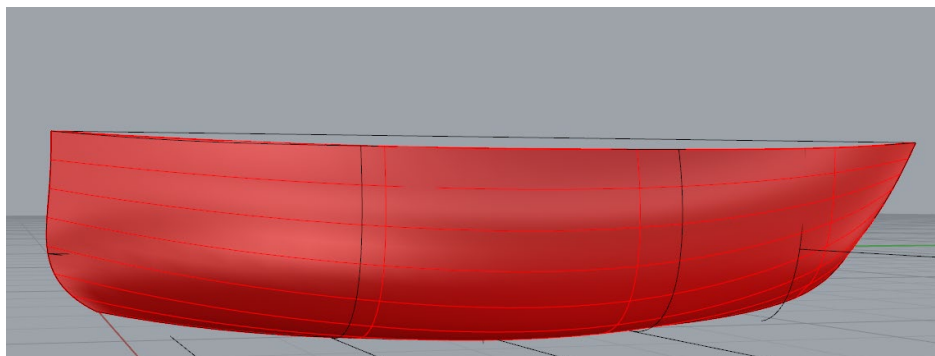


Figura 17. Primer modelo 3D – Fuente: propia

Superficie obtenida tras realizar una superficie de transición sobre las cuadernas. Excepto la proa (corregida más adelante) se parece notoriamente a la embarcación real.

Para evitar abolladuras no deseadas que nos puedan pasar de alto a simple vista se aplica la opción análisis de cebreado²³ como se muestra en las dos figuras siguientes

²³ Análisis de cebreado: función en programas del ámbito ingenieril que posibilita seguir la curvatura. Ampliamente usada en el sector automovilístico.

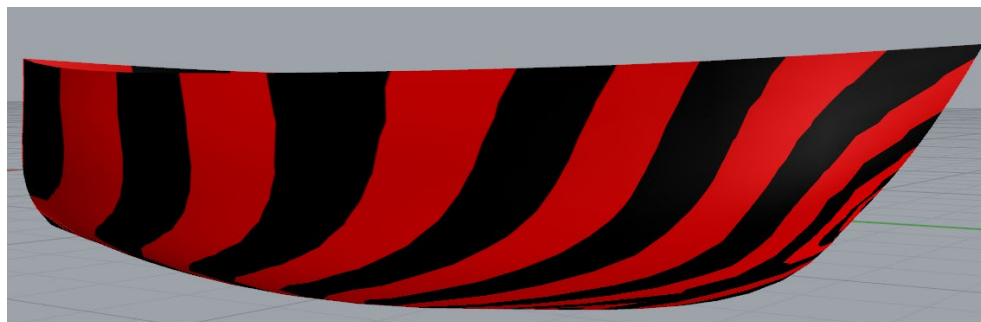


Figura 18. Análisis de curvatura por cebreado 1 – Fuente: propia



Figura 19. Análisis de curvatura por cebreado 2 – Fuente: propia

Una vez la curvatura es adquirida, se corrige el ángulo de entrada en proa para que se ajuste con la realidad y se repite el proceso. Se adjunta a continuación solo el resultado final, ya que el proceso ya ha sido aclarado en la anterior iteración. Una vez acabada la proa se revisa la popa antes de dar el casco por bueno.

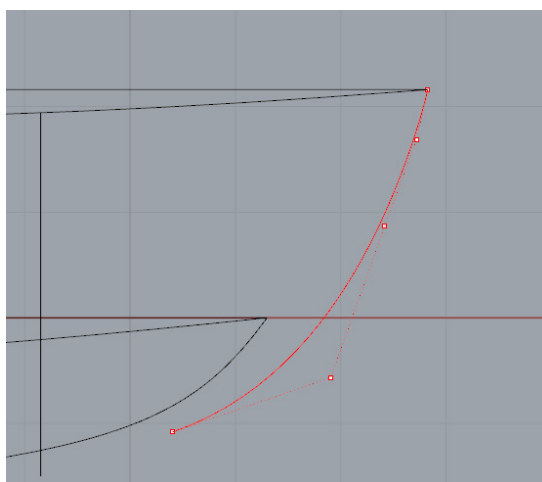


Figura 20. Transmisión de cotas a modelo 3D en proa – Fuente: propia

Se obtiene el siguiente casco:

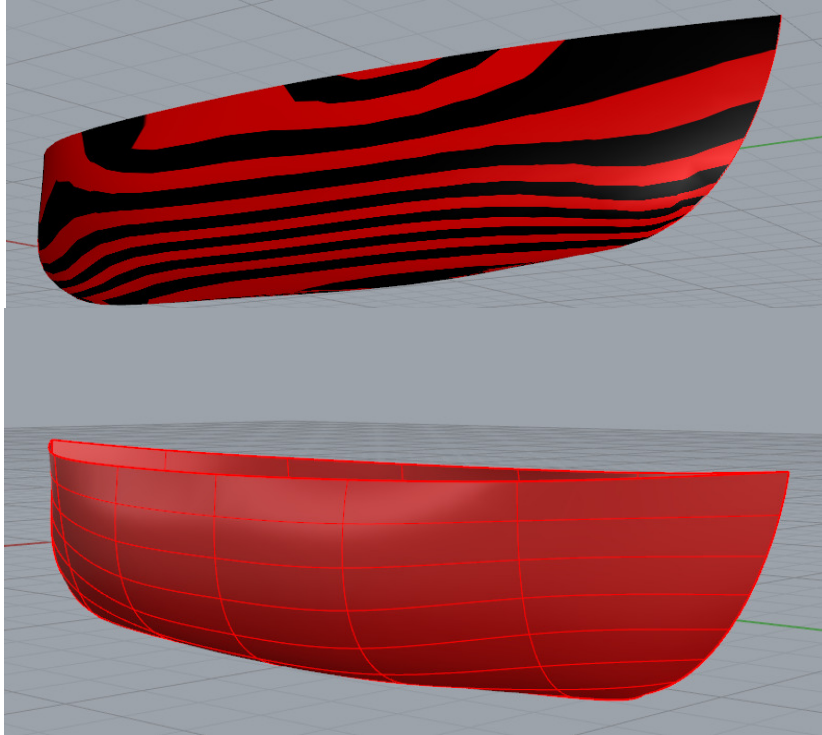


Figura 21: Casco Final – Fuente: propia

Una vez obtenido el resultado final se puede apreciar el porqué de usar este Software y no realizarlo directamente en Maxsurf o Autocad.

Una vez obtenido el casco, pasándolo a Maxsurf le podemos extraer información.

Una pregunta que le puede surgir al lector de por qué no se han añadido las quillas de balance en el modelo 3D se justifica en el Maxsurf, cuyo programa es estadístico, es decir, se basa en fórmulas (método de Holtrop, entre otras). Por lo que si se le hubiese añadido una quilla de balance este programa lo sumaría al calado y daría resultados que no se corresponderían a la realidad. Por esto en Ingeniería se pueden tomar dos opciones:

- 1- Calcular los apéndices por separado, también en Maxsurf,
- 2- Aplicar un factor agravante en los datos obtenidos del Holtrop por base de datos o normativa. El mismo Maxsurf ofrece la posibilidad.

Cabe especificar que el Halve Maan no dispone de una gran orza, sino que solo tiene quillas de balance.

Las quillas de balance son un elemento pasivo instalado en la obra viva del barco que actúan como freno hidráulico cuando la embarcación oscila en escora para que su frecuencia no sea elevada y tenga un coeficiente de mareo demasiado alto.

La orza (la cual no dispone), en cambio, tiene dos motivos de existencia:

-Aumentar el radio de oscilación de escora o radio metacéntrico para que el barco obtenga unos grados menores ante un empuje vélico (o situaciones de carga). O, en otras palabras, bajar el centro de gravedad. Debido a esto, muchos veleros disponen de lastre en la orza. Se puede apreciar en la Figura 22

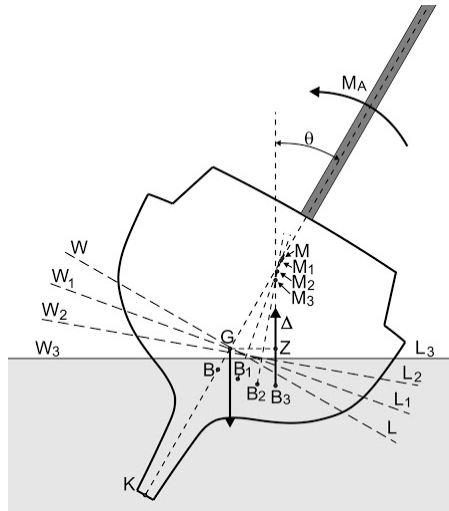


Figura 22. Radio metacéntrico – Fuente: wikipedia

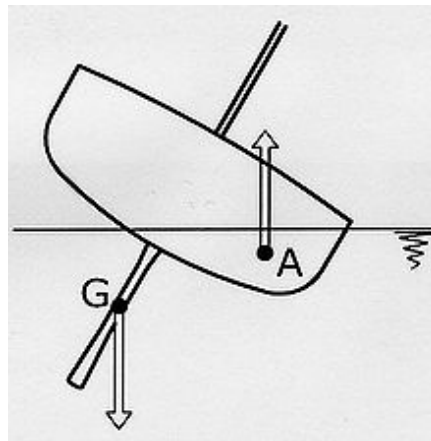


Figura 23. Sumatorio momentos – Fuente: wikipedia

Al cumplirse la ecuación sumatorio momentos a mayor radio (distancia G) menor ángulo necesario.

El otro motivo es minimizar la deriva en navegación, es decir que a vela la embarcación avance hacia proa y no haciendo *drifting*²⁴, aunque siempre será inevitable en menor medida. Es por este motivo que las motoras no disponen de orza, ya que su propulsión es mecánica.

El armador asegura que al haber navegado el Halve Maan a vela este no deriva excesivamente, hecho que puede sorprender al principio, pero que se justifica por su enorme (para su eslora) peso muerto (tabla 16), que se debe principalmente a dos factores:

1. -El barco es de acero.
2. -Fue concebido como carguero.

²⁴ *Drifting*: desplazamiento lateral a la trayectoria.

Apreciando la obra viva lateral de la que dispone y sus coeficientes de formas se entiende que no se necesite orza.

Para tener una principal idea de los valores obtenidos, se adjunta la tabla de Hidrostáticas en *Maxsurf Modeller Advanced*. Este programa calcula hidrostáticas por el método integral trapezoidal:

$$\int_a^b f(x) \Delta x \approx \frac{b-a}{n} \left[\frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} \left(a + k \frac{b-a}{n} \right) \right]$$

Displacement	47708	kg
Volume (displaced)	46,545	m ³
Draft Amidships	1,300	m
Immersed depth	1,300	m
WL Length	16,619	m
Beam max extents on WL	4,337	m
Wetted Area	69,233	m ²
Max sect. area	4,460	m ²
Waterpl. Area	50,571	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,628	
Block coeff. (Cb)	0,497	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,792	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,702	
LCB length	-0,358	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	-0,317	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	-2,154	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	-1,909	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	0,774	m
KG fluid	0,000	m
BMT	1,245	m
BML	15,510	m
GMt corrected	2,019	m
GML	16,284	m
KMt	2,019	m

KML	16,284	m
Immersion (TPc)	0,518	tonne/cm
MTc	0,485	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	1681,343	kg.m
Length:Beam ratio	3,832	
Beam:Draft ratio	3,335	
Length:Vol ^{0.333} ratio	4,620	
Precision	High	116 stations

Tabla 16. Tablas hidrostáticas – Fuente: Maxsurf Modeller Advanced

Se añaden líneas de trazado de formas para obtener el plano bidimensional.

Tipo de división	Número de divisiones
Cuadernas	36
Líneas de agua	10
Secciones (paralelas a crujía)	10

Tabla 17. Divisiones dimensionales – Fuente: Maxsurf Modeller Advanced

Todos los espaciados entre líneas en su dimensión están distribuidos de forma uniforme (por ejemplo, entre cuaderna y cuaderna existe una distancia de Eslora/36). El plano obtenido en Autocad se presenta como Anexo 10, plano de curvas.

Seguidamente se aplica la opción de renderizado con visualización de convexidad para verificar que las formas obtenidas en Rhinoceros y la importación a Maxsurf se pueden verificar como válidas, ya que las transiciones son paulatinas y no bruscas.

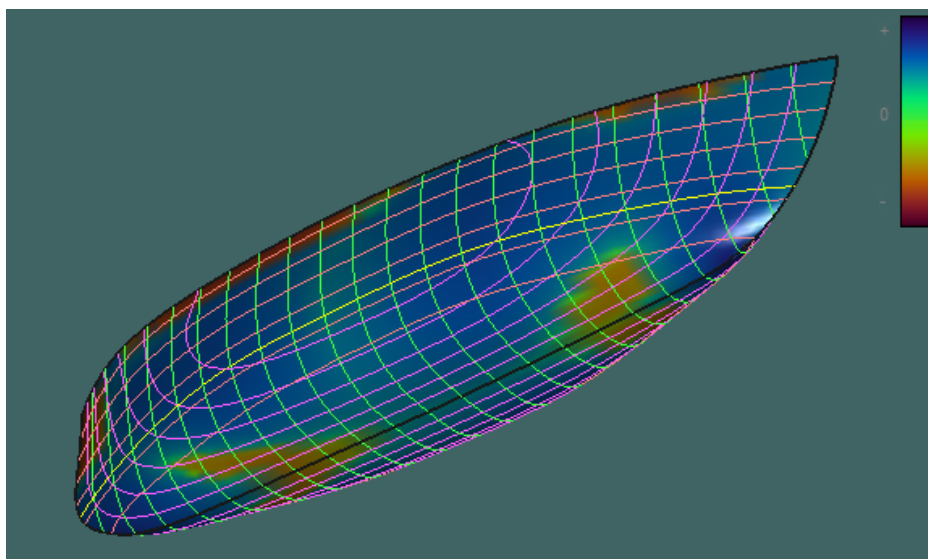


Figura 24. Convexidad del casco – Fuente: Maxsurf Modeller Advanced

Para sacarle aún más información al casco, en el apartado Calcular Áreas le extraemos los valores significativos que se muestran en la siguiente tabla:

Datos/unidad	3D true surface area	LC area	VC area	I (roll) m ⁴	I (pitch) m ⁴	I (Yaw) m ⁴
Valores	153,444	-0,168	1,572	532,652	3612,625	3761,828

Tabla 18. Valores inerciales – Fuente: propia

Seguidamente se presenta la curva de áreas.

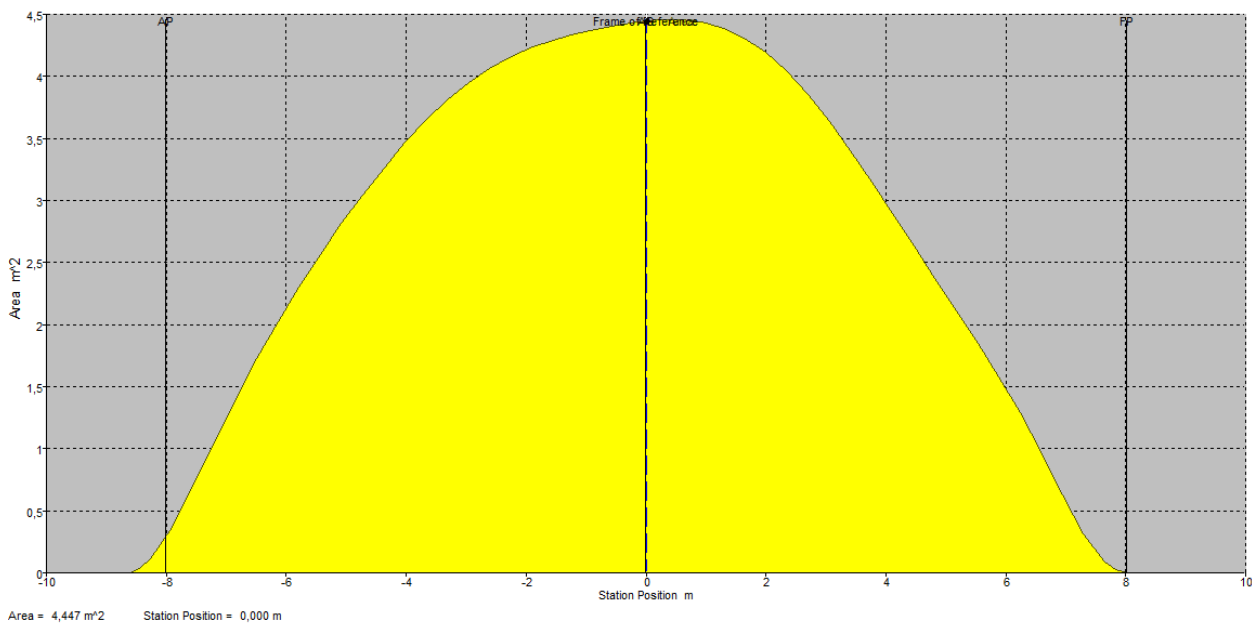


Figura 25. Curva de áreas Halve Maan – Fuente: Maxsurf Modeller Advanced

De aquí en adelante para obtener información se requieren programas específicos de Maxsurf, por lo que se nombran como subapartado y se obtienen las conclusiones pertinentes después de aplicar la información conocida en el *software*.

Maxsurf Resistance

En este programa se obtiene la fuerza y potencia de empuje. Esta información sirve para tener una idea numérica de a qué velocidad de crucero es factible navegar, así como saber otras conclusiones como la velocidad que puede generar el motor instalado antes de la reforma.

Depende del empuje que creen las velas, por consiguiente se va a representar una velocidad. Mientras, es verdad que este barco no está optimizado en este sentido al ser un carguero antiguo, lo que calcula *Maxsurf Resistance* es una información valiosa para navegar.

Para realizar los cálculos, asumimos un factor de formas de 1,05 (para referenciar el agravante de la resistencia de los apéndices).

Como barco de volumen, como método computacional se elige el Hotrop y Van Oortmenssen. Se calcula de 0 –15 nudos porque al ser un barco de volumen se duda que sea factible alcanzar esta velocidad con

un motor normal, y en el apartado de propulsión se verifica que efectivamente con la potencia instalada la velocidad máxima es menor a 15 nudos.

Como eficiencia se le calcula el 40% debido a que en embarcaciones similares se toma como valor de la primera espiral de diseño entre un 50 y un 60%. Es sabido que las formas del Halve Maan son malas en cuanto a resistencia al avance se refiere, y teniendo en cuenta que en origen la embarcación carecía de motor, se estima como primer valor un 0,4 o un 40% de rendimiento de transmisión total (motor-agua).

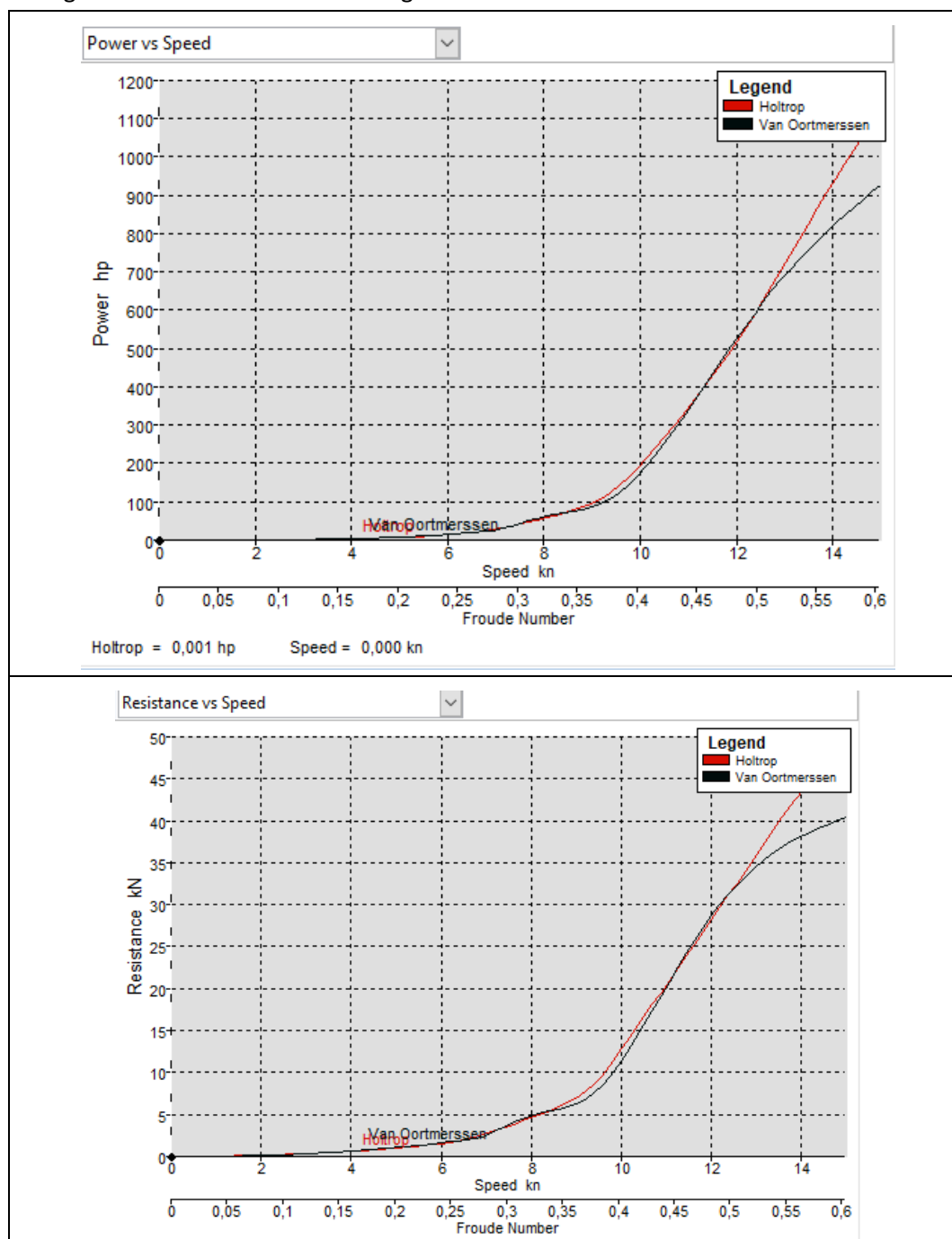
Datos obtenidos:

Speed (kn)	Froude on LWL	Holtrop Resistance (KN)	Holtrop Power (hp)	Van Oortmenssen (KN)	Van Oortmenssen power (hp)
0,375	0,015	0	0,004	0	0,003
0,75	0,03	0	0,031	0	0,022
1,125	0,045	0,1	0,099	0	0,071
1,5	0,06	0,1	0,224	0,1	0,161
1,875	0,076	0,1	0,424	0,1	0,305
2,25	0,091	0,2	0,714	0,2	0,529
2,625	0,106	0,3	1,111	0,2	0,881
3	0,121	0,4	1,629	0,3	1,417
3,375	0,136	0,4	2,284	0,4	2,171
3,75	0,151	0,5	3,095	0,5	3,152
4,125	0,166	0,6	4,088	0,7	4,357
4,5	0,181	0,8	5,303	0,8	5,779
4,875	0,196	0,9	6,801	1	7,415
5,25	0,212	1,1	8,683	1,2	9,349
5,625	0,227	1,3	11,106	1,3	11,507
6	0,242	1,5	14,221	1,6	14,764
6,375	0,257	1,9	18,27	1,8	18,08
6,75	0,272	2,3	23,997	2,1	21,833
7,125	0,287	2,9	32,148	2,8	30,258
7,5	0,302	3,7	42,243	3,8	43,533
7,875	0,317	4,4	52,944	4,7	56,636
8,25	0,332	5,1	64,149	5,2	66,113
8,625	0,348	5,9	77,588	5,6	74,033
9	0,363	7	96,022	6,2	86,229
9,375	0,378	8,5	122,868	7,5	108,478
9,75	0,393	10,9	162,229	9,6	143,937
10,125	0,408	13,8	213,656	12,4	192,594
10,5	0,423	16,6	267,79	15,7	252,052
10,875	0,438	19,5	325,359	19,1	318,718
11,25	0,453	22,4	386,374	22,5	388,845
11,625	0,468	25,3	450,849	25,8	459,191
12	0,484	28,2	518,797	28,7	527,336
12,375	0,499	31,1	590,23	31,2	591,729
12,75	0,514	34	665,163	33,3	651,591
13,125	0,529	37	743,608	35,1	706,75

Speed (kn)	Froude on LWL	Holtrop Resistance (KN)	Holtrop Power (hp)	Van Oortmessen (KN)	Van Oortmessen power (hp)
13,5	0,544	39,9	825,578	36,6	757,47
13,875	0,559	42,6	906,164	37,8	804,295
14,25	0,574	44,9	981,237	38,8	847,92
14,625	0,589	47	1052,892	39,7	889,098
15	0,604	48,8	1121,685	40,4	928,579

Tabla 19. Resistencia y potencias vs velocidades – Fuente: Maxsurf Resistance

Se cambian las unidades de potencia a caballos (1cv=736 Watt) para que sea más representativo. Se adjuntan los gráficos obtenidos en la tabla siguiente.



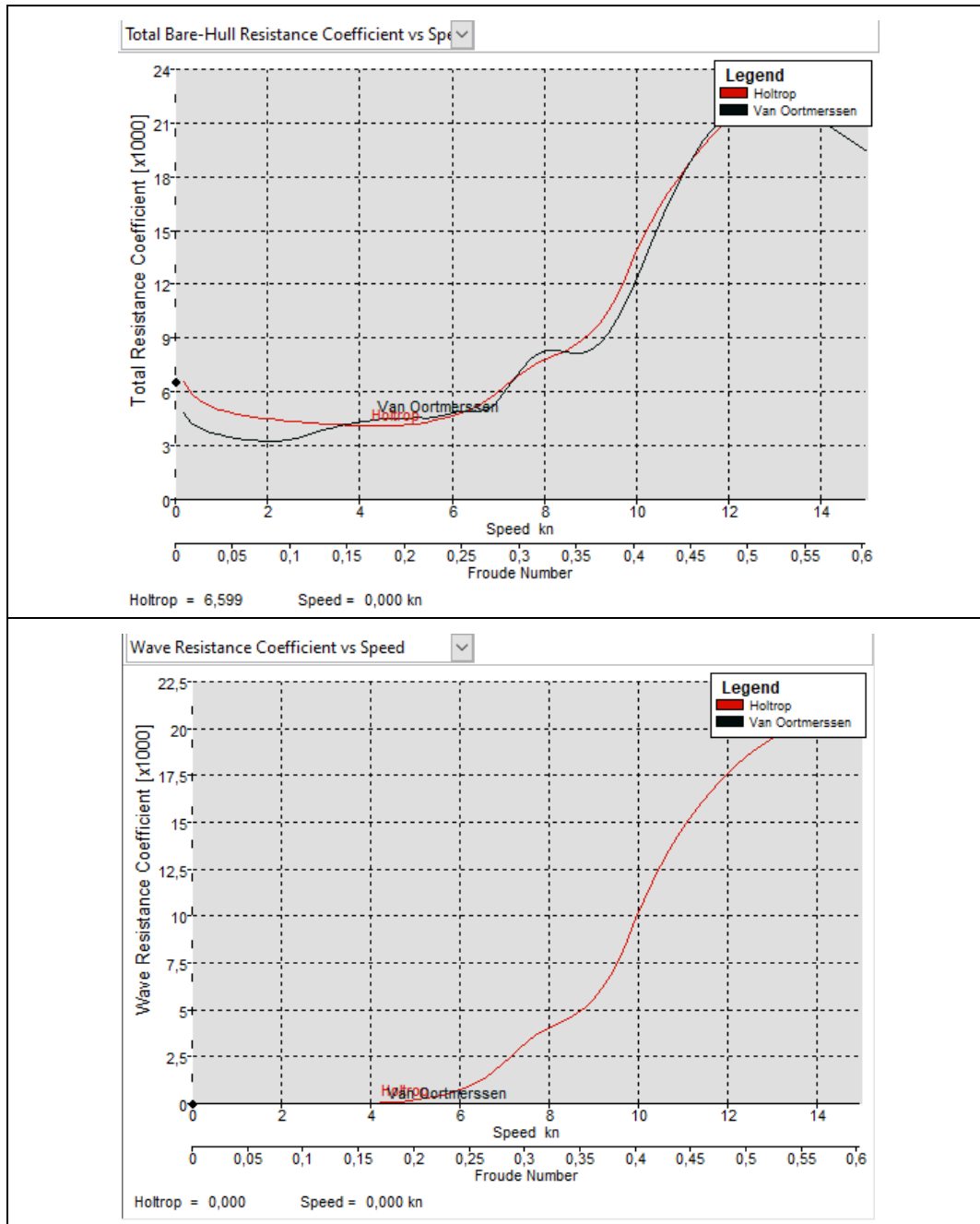


Tabla 20. Gráficas de resistencia – Fuente: Maxsurf Resistance

Maxsurf Stability

En este subapartado se evalúa la estabilidad del barco en el programa *Maxsurf Stability*. Inicialmente se calculan las curvas hidrostáticas en 5 calados desde 1,1 hasta 1,4m (el calado de proyecto es de 1,3m).

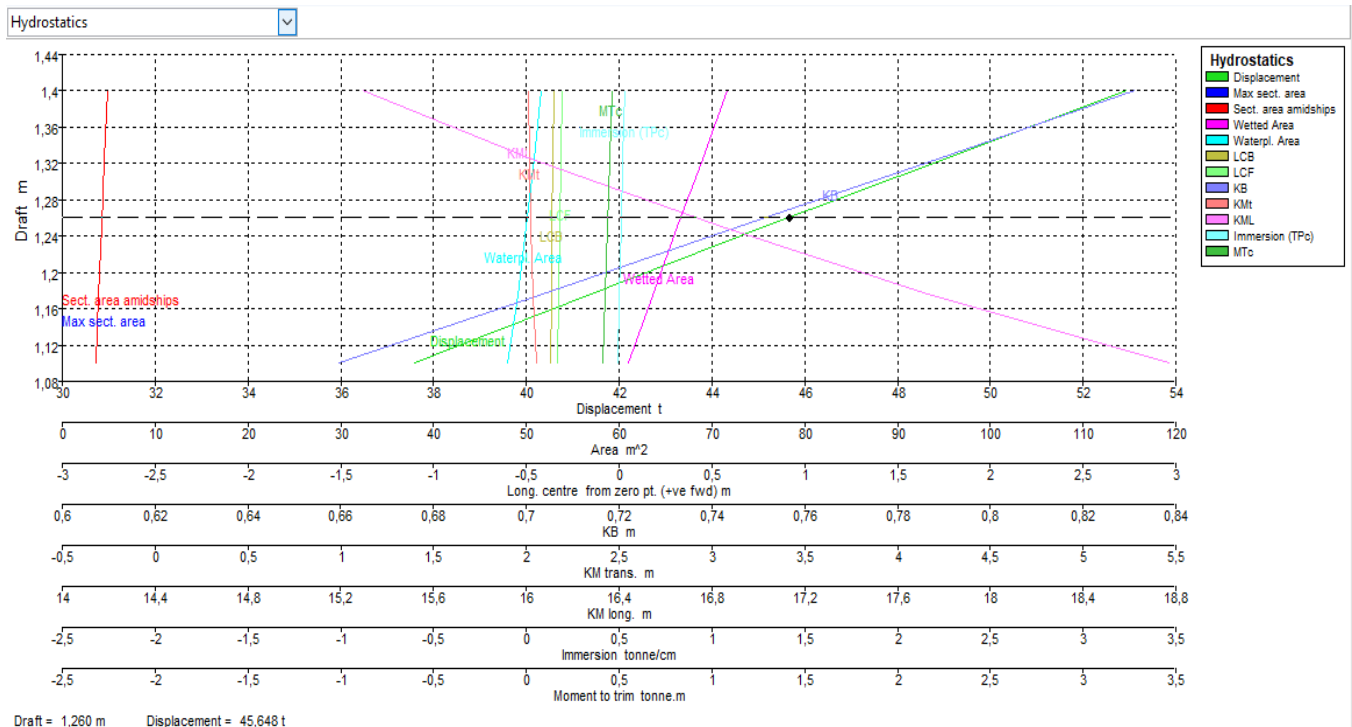


Figura 26. Draft Analysis – Fuente: Maxsurf Stability Enterprise

Se calculan dos situaciones de carga con tanques o *tank calibration*, que son:

Salida de puerto:

Tanque	Peso y porcentaje de carga
Depósito Combustible	100% 1,61 Ton
Depósito de Agua dulce	100% 1,34 Ton
Sentina Proa	0%
Sentina Popa	0%
Tanque MARPOL	0%

Tabla 21. Salida de puerto – Fuente: propia

Llegada a puerto:

Tanque	Peso y porcentaje de carga
Depósito Combustible	10% 0,161 Ton
Depósito de Agua dulce	10% 0,134 Ton
Sentina Proa	10% 0,062 Ton
Sentina Popa	10% 0,049 Ton
Tanque MARPOL	70% 0,190 Ton

Tabla 22. Salida de puerto – Fuente: propia

Para el cálculo de trimado en estas dos condiciones se considera una situación de carga en dónde se tienen en cuenta los tanques y los pesos principales (ancla y cadena –ya que debido a su distancia del centro de gravedad crea un momento considerable –, el propio barco, motor, maquinaria, etc).

Esto se ha hecho para tener unos cálculos realistas en cuando a ángulo de estabilidad y trimado. Se ha colocado el centro de masas de la estructura del barco en un punto en concreto que en la realidad va a ser el centro de masas equivalente.

Es conocido que el barco llevaba lastre por motivos de estabilidad. Si se coloca este de modo que el centro de masas a -0,45m del punto cero (*zero point*) del modelo 3D (en el punto medio entre perpendiculares de proa y popa de diseño) se consigue, como se demuestra en las tablas de valores presentadas a continuación, que a pesar de perder la mayoría del peso en combustible y agua potable el barco apenas tenga trimado sin necesidad de lastrar agua salada.

Después de un primer intento se ve gráficamente por qué la situación de este centro de masas es importante:

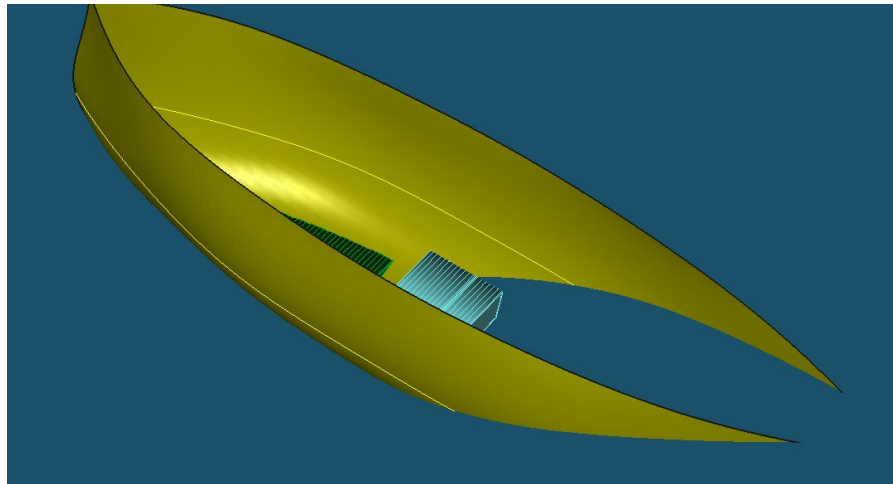


Figura 27. Trimado de diseño inicial (descartado) – Fuente: propia

Una vez ubicado el centro del barco y los principales pesos, se obtienen las tablas de valores siguientes:

Trim angle (+ve by stern) deg	Max deck inclination deg	LCF from zero pt. (+ve fwd) cm	LCB from zero pt. (+ve fwd) cm	Block coeff. (Cb)	Prismatic coeff. (Cp)	Waterpl. Area cm²	Wetted Area cm²	Beam max extents on WL cm	WL Length cm	Draft at AP cm	Draft at FP cm	Displacement kg	Area under curve from heel cm.deg	GZ cm	Heel to Star-board [degree]
-0.0735	30,0001	-31,26	-33,85	0,425	0,625	521149,8	676898,2	438,82	1644,92	116,89	118,95	46852	1477,308	-97,16	-30
-0.0738	20,0001	-31,13	-33,86	0,446	0,626	511555,3	675845,3	435,66	1654,33	123,2	125,27	46853	661,964	-65,77	-20
-0.0704	10,0002	-31,19	-33,95	0,473	0,627	505902,1	675289,4	433,64	1658,77	126,44	128,4	46855	166,211	-33,2	-10
-0.0693	0,0693	-31,23	-33,98	0,496	0,627	503929	675079,1	432,75	1660,08	127,42	129,36	46856	0	0	0
-0.0704	10,0002	-31,19	-33,95	0,473	0,627	505903,4	675293,2	433,64	1658,77	126,44	128,4	46856	166,241	33,2	10
-0.0738	20,0001	-31,13	-33,86	0,446	0,626	511560	675857,7	435,67	1654,34	123,21	125,27	46855	661,847	65,77	20
-0.08	30,0001	-31,19	-33,69	0,425	0,625	521165,4	676926,6	438,84	1644,96	116,81	119,05	46855	1477,745	97,16	30
-0.0736	40	-31,56	-33,81	0,413	0,624	535067,8	678850,4	443,8	1625,81	105,52	107,57	46860	2599,609	127,01	40
-0.0726	50	-32,2	-33,79	0,413	0,626	554887,6	683677,3	452,42	1583,03	84,84	86,87	46860	4013,866	155,49	50
-0.0768	60	-31,37	-33,77	0,487	0,642	538703,3	690073,1	403,71	1520,65	47,45	49,6	46859	5695,234	179,58	60
-0.0297	70	-29,75	-33,79	0,556	0,666	510034,1	692705,2	372,15	1462,91	-25,47	-24,64	46855	7572,248	194,13	70
0,2549	80	-27,73	-33,89	0,596	0,685	484738,4	693667,3	354,44	1436,28	-240,91	-248,03	46855	9546,033	199,15	80
90	90	-25,81	-34,08	0,565	0,662	468969,2	696727,2	345,42	1512,51	n/a	n/a	46855	11527,16	195,8	90
1,1388	99,9999	-24,1	-34,4	0,476	0,633	463043,2	703495,5	342,37	1623,94	-615,98	-647,8	46855	13438,37	185,37	100
0,8451	109,9997	-22,81	-34,83	0,405	0,614	466607,7	715011,3	343,38	1732,81	-401,77	-425,39	46855	15214,97	169,09	110
0,7832	119,9992	-20,02	-35,38	0,373	0,625	477168	731413,6	347,19	1773,37	-331,2	-353,08	46855	16804,56	148,13	120
0,7842	129,9981	-19,65	-36,03	0,365	0,659	490153,4	750740,9	354,78	1766,26	-296,88	-318,79	46855	18164,62	123,34	130
0,7825	139,9963	-20,62	-36,65	0,367	0,693	511123,7	775753	369,01	1761,74	-278,08	-299,94	46855	19262,95	96,04	140
0,7647	149,9934	-21,83	-37,11	0,373	0,726	546469,2	811440,8	399,19	1759,04	-268,29	-289,66	46855	20084,26	68,56	150
0,7363	159,9885	-21,07	-37,36	0,378	0,747	595190,3	860103,6	465,34	1757,9	-265,15	-285,72	46855	20647,92	44,89	160
0,7328	169,9743	-20,68	-37,59	0,48	0,75	582503,7	865855,9	465,85	1757,82	-264,95	-285,43	46855	20991,32	23,71	170
0,7333	179,2667	-20,87	-37,67	0,482	0,751	576161,9	866020,4	461,1	1757,8	-264,86	-285,35	46857	21111,82	0	180

Tabla 23. Tabla de valores en salida de puerto o plena carga – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Trim angle (+ve by stern) deg	Max deck inclination deg	LCF from zero pt. (+ve fwd) cm	LCB from zero pt. (+ve fwd) cm	Block coeff. (Cb)	Prismatic coeff. (Cp)	Waterpl. Area cm²	Wetted Area cm²	Beam max extents on WL cm	WL Length cm	Draft at AP cm	Draft at FP cm	Displacement kg	Area under GZ curve from zero heel cm.deg	GZ cm	Heel to Star-board [degree]
-0,1256	30,0002	-31,02	-32,63	0,422	0,624	513406,8	659433,6	433,97	1636,5	110,88	114,39	44413	1428,076	-93,86	-30
-0,1264	20,0003	-30,93	-32,56	0,443	0,625	504915,7	658764,3	431,71	1647,14	117,51	121,04	44410	640,179	-63,59	-20
-0,1206	10,0007	-31,04	-32,68	0,47	0,625	499999,2	658467,7	430,37	1652,17	120,95	124,32	44413	160,787	-32,11	-10
-0,1188	0,1188	-31,09	-32,72	0,493	0,625	498288	658340,4	429,72	1653,66	122	125,32	44413	0	0	0
-0,1206	10,0007	-31,04	-32,68	0,47	0,625	500000,6	658471,5	430,37	1652,17	120,95	124,32	44413	160,814	32,11	10
-0,1264	20,0003	-30,93	-32,56	0,443	0,625	504924	658785,2	431,72	1647,15	117,51	121,04	44413	640,067	63,59	20
-0,1298	30,0002	-30,97	-32,52	0,422	0,624	513415,2	659448,3	433,98	1636,52	110,83	114,46	44415	1428,487	93,86	30
-0,1341	40,0001	-31,13	-32,49	0,411	0,622	525765,5	660773	437,94	1614,82	98,84	102,59	44416	2511,9	122,6	40
-0,1415	50,0001	-31,46	-32,45	0,41	0,625	544266,5	664849	449,28	1567,73	77,16	81,12	44413	3876,284	150,01	50
-0,1677	60	-30,78	-32,41	0,481	0,64	531446,6	670538,3	403,8	1503,14	37,32	42,01	44417	5501,388	173,9	60
-0,1787	70	-28,99	-32,4	0,551	0,665	501657,4	671979,6	372,17	1442,55	-41,25	-36,25	44413	7321,213	188,35	70
-0,0805	80	-26,75	-32,46	0,593	0,684	476134,3	672607,9	354,13	1415,14	-273,99	-271,74	44413	9236,229	193,18	80
90	90	-24,67	-32,61	0,562	0,661	459862	675378,2	344,48	1493,58	n/a	n/a	44413	11156,82	189,68	90
0,7377	100	-22,9	-32,87	0,473	0,631	453368,2	681997,6	340,62	1605,93	-651,37	-671,98	44413	13006,27	179,16	100
0,6389	109,9998	-21,56	-33,26	0,402	0,613	455952,4	693196,3	340,46	1714,91	-419,68	-437,53	44413	14720,59	162,86	110
0,6393	119,9995	-19,24	-33,76	0,367	0,618	466552,9	709609,3	343,04	1774,63	-343,26	-361,12	44413	16248,18	141,98	120
0,6713	129,9986	-18,69	-34,38	0,361	0,652	479682,9	729038,2	349,17	1767,38	-306,07	-324,82	44413	17547,96	117,45	130
0,6893	139,9971	-19,65	-34,97	0,364	0,689	500415,9	753933,2	361,83	1762,68	-285,5	-304,76	44413	18588,99	90,49	140
0,6848	149,9947	-21,04	-35,41	0,372	0,724	535786,6	789558,9	389,78	1759,84	-274,47	-293,6	44413	19356,83	63,4	150
0,6612	159,9907	-21,05	-35,64	0,379	0,775	588416,7	840679,5	452,45	1758,54	-270,46	-288,93	44413	19870,88	40,31	160
0,6554	169,9794	-20,34	-35,8	0,475	0,754	582705	851370,8	465,51	1758,4	-270,16	-288,47	44417	20178,65	21,34	170
0,6556	179,3444	-20,49	-35,88	0,479	0,755	576265,2	851488,7	460,65	1758,38	-270,05	-288,37	44414	20287,5	0	180

Tabla 24. Tabla de valores en llegada a puerto fuente – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Se adjuntan las gráficas de la simulación realizada para incentivar la visualización de los datos obtenidos sobre el *Heel Large Angle Stability* (Estabilidad en grandes ángulos de escora):

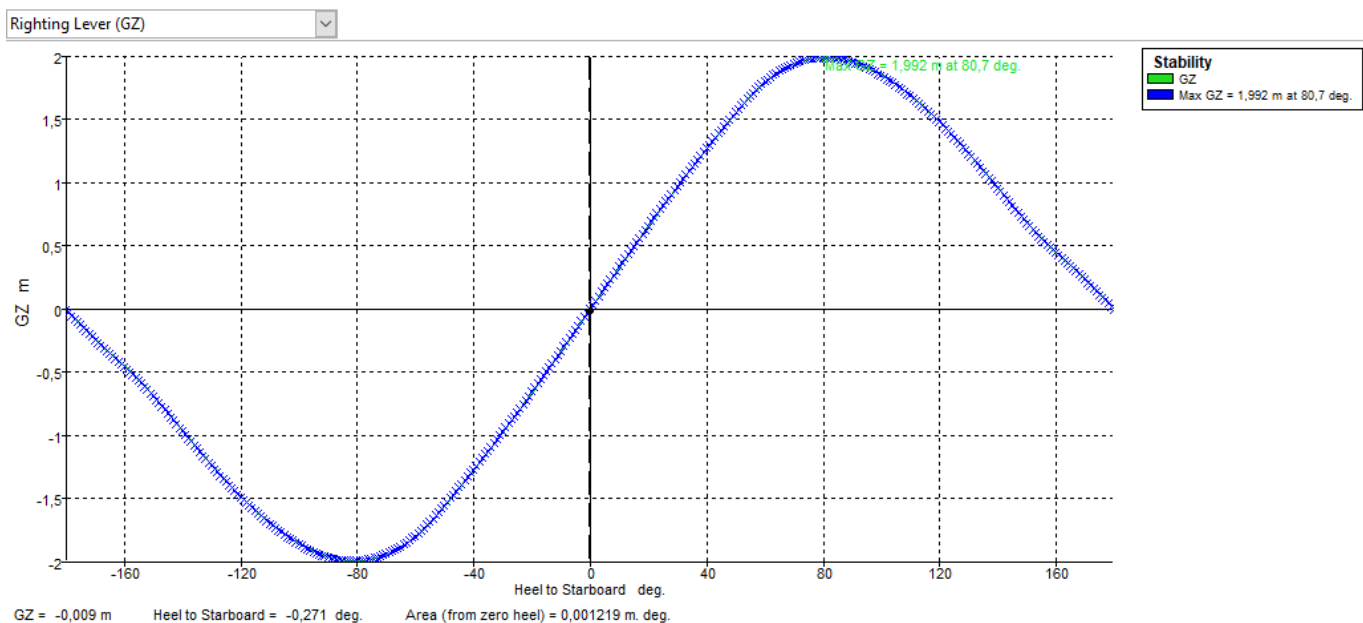


Figura 28. Brazo Adrizante GZ – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

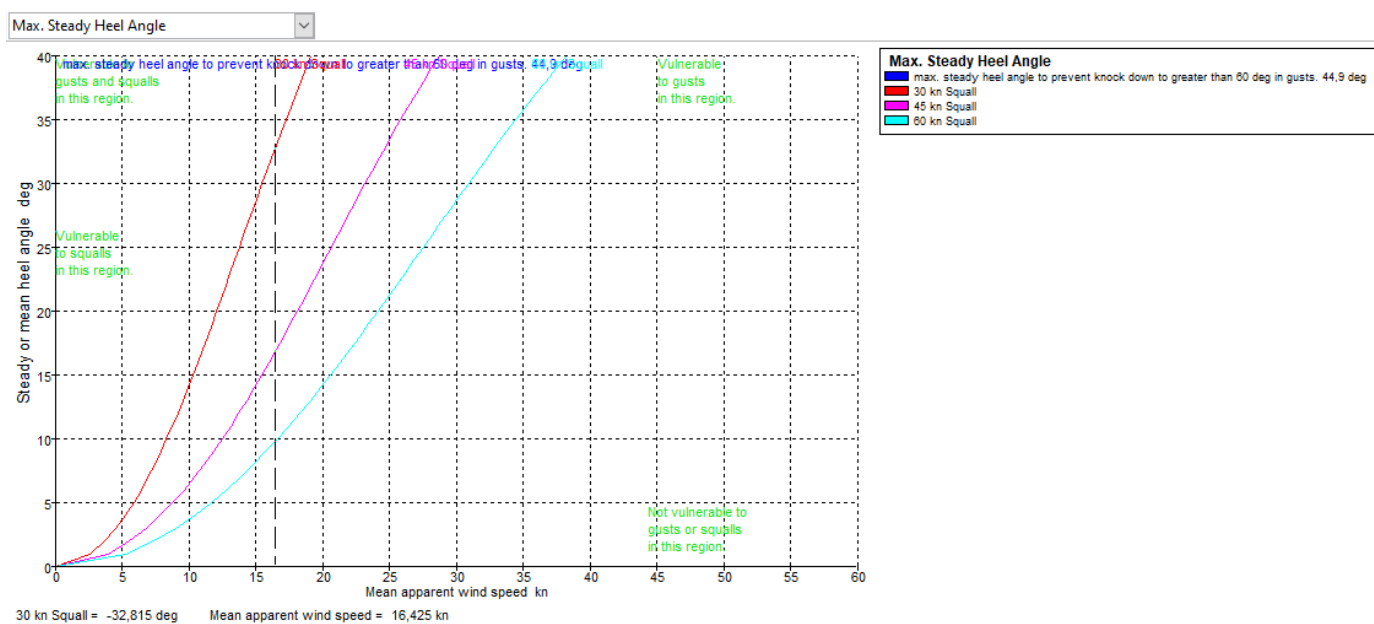


Figura 29. Ángulo de escora estable máximo – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

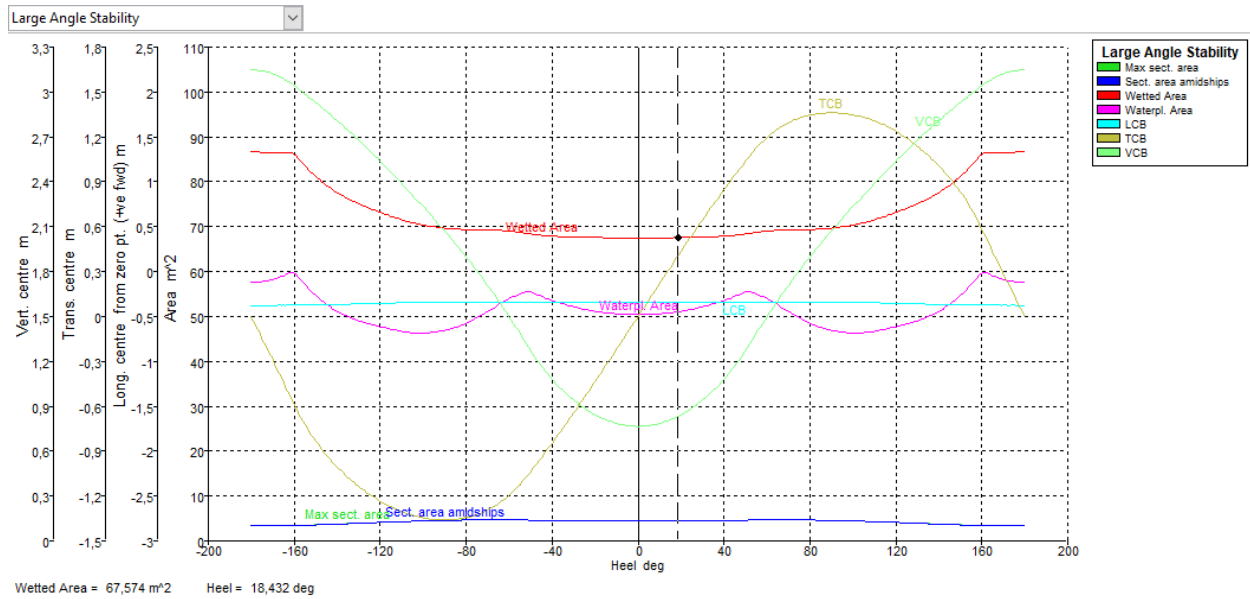


Figura 30. Estabilidad transversal-relaciones – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

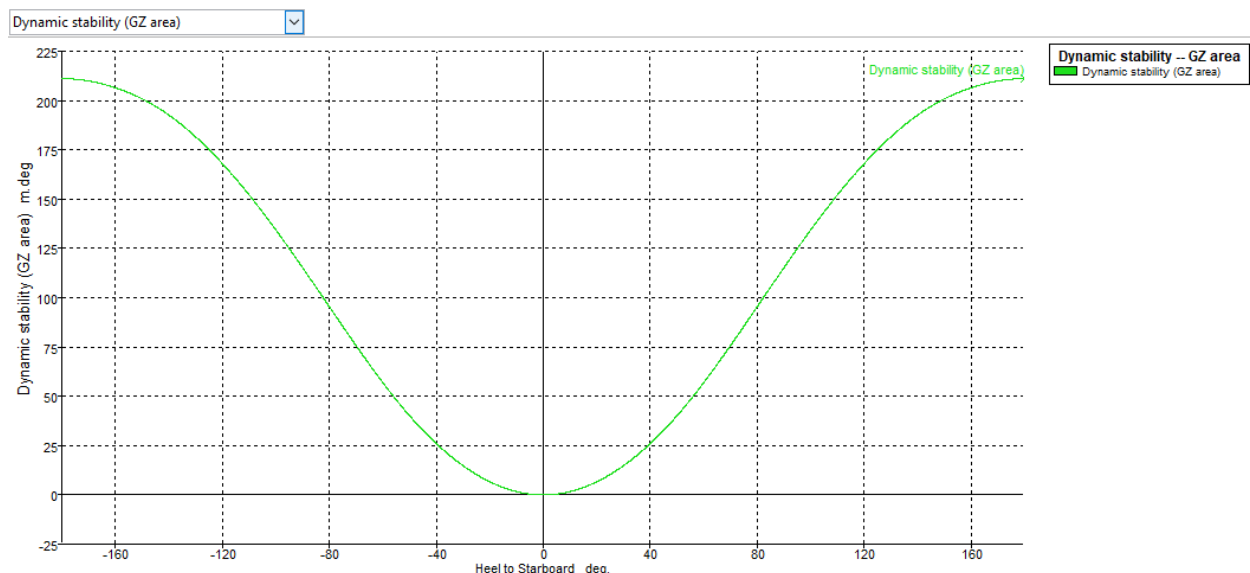


Figura 31. Respuesta dinámica – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Se observa que el barco es sobradamente estable a la escora. Como contrapartida, esto le causa una enorme resistencia al avance a costa de aumentar su estabilidad. Posiblemente en el momento del diseño se priorizó la estabilidad de este por motivos comerciales (al ser un carguero) del mismo modo que ocurre con los pesqueros construidos actualmente.

Al ser un proyecto de reforma, no es posible modificar dicha curva (pero sí minimizar la celeridad con la que oscila, por eso ya tiene instaladas quillas de balance que se consideran apéndices en el Apartado 2.2 Modelo 3D Estabilidad y Resistencia al Avance). A pesar de eso, se calcula para que este valor no sea una incógnita.

Con el mismo programa, para observar su comportamiento longitudinal frente a olas, se simula una ola de 1,2 m de altura, perfil sinusoidal, y la misma eslora que la embarcación en Lwl²⁵.

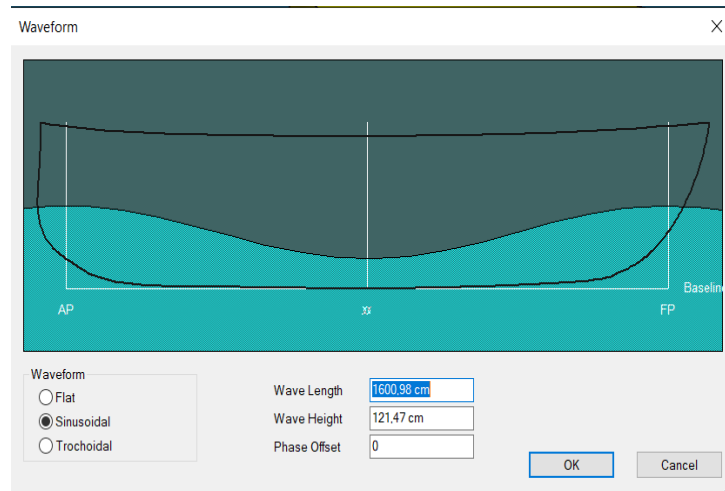


Figura 32. Datos de la ola simulada – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Obteniéndose la tabla siguiente para la condición de salida de puerto:

Name	Long. Pos. Cm	Buoyancy kg/cm	Net load kg/cm	Shear	Moment kg-cm
st 0	-826,86	-4,39	-4,39	-87,58	-1273,37
st 1	-778,61	-11,56	-11,56	-466,73	-13285,5
st 2	-730,36	-19,32	-19,32	-1211,14	-52191,7
st 3	-682,11	-26,32	-26,32	-2318,15	-136220
st 4	-633,86	-31,89	-31,89	-3728,62	-281023
st 5	-585,61	-35,88	-35,88	-5369,19	-499575
st 6	-537,35	-38,37	-38,37	-7166,41	-801813
st 7	-489,1	-39,48	-39,48	-9049,45	-1192680
st 8	-440,85	-39,38	-39,38	-10956,4	-1675345
st 9	-392,6	-38,27	-38,27	-12833,2	-2249638
st 10	-344,35	-36,4	-36,4	-14637,4	-2912426
st 11	-296,1	-34,04	-34,04	-16337,7	-3660432
st 12	-247,85	-31,52	-31,52	-17919,6	-4487340
st 13	-199,59	-29,13	-29,13	-19381,9	-5387625
st 14	-151,34	-27,09	-27,09	-20736,1	-6356032
st 15	-103,09	-25,59	-25,59	-22005	-7387295
st 16	-54,84	-24,76	191,6	-22451	-8461769
st 17	-6,59	-24,69	-8,16	18620,61	-7952263
st 18	41,66	-25,29	-8,71	20216,75	-6980081
st 19	89,91	-26,47	-18,4	19516,79	-6019045

²⁵ Lwl: *Lenght at waterline* / eslora en flotación

Name	Long. Pos. Cm	Buoyancy kg/cm	Net load kg/cm	Shear	Moment kg·cm
st 20	138,17	-28,11	-28,11	18282,62	-5105289
st 21	186,42	-30,02	-30,02	16880,74	-4256554
st 22	234,67	-31,97	-31,97	15384,72	-3477908
st 23	282,92	-33,69	-33,69	13799,79	-2773283
st 24	331,17	-35,03	-35,03	12140,12	-2147355
st 25	379,42	-35,86	-35,86	10427,52	-1602789
st 26	427,67	-36,04	-36,04	8689,99	-1141221
st 27	475,92	-35,41	-35,41	6962,8	-764025
st 28	524,18	-33,84	-33,84	5288	-468660
st 29	572,43	-31,14	-31,14	3715,66	-251919
st 30	620,68	-27,01	-27,01	2307,08	-107501
st 31	668,93	-21,09	-21,09	1137,91	-25266,2
st 32	717,18	-13,75	-13,75	296,37	7791,97
st 33	765,43	-6,65	-6,65	-191,8	9017,92
st 34	813,68	-1,55	-1,55	21,64	-236,57
st 35	861,94	0	0	0	0,06

Tabla 25. Esfuerzos longitudinales en condición de salida de puerto con ola de 1,2m – Fuente: *Maxsurf Stability*

La representación gráfica de la condición de salida de puerto es:

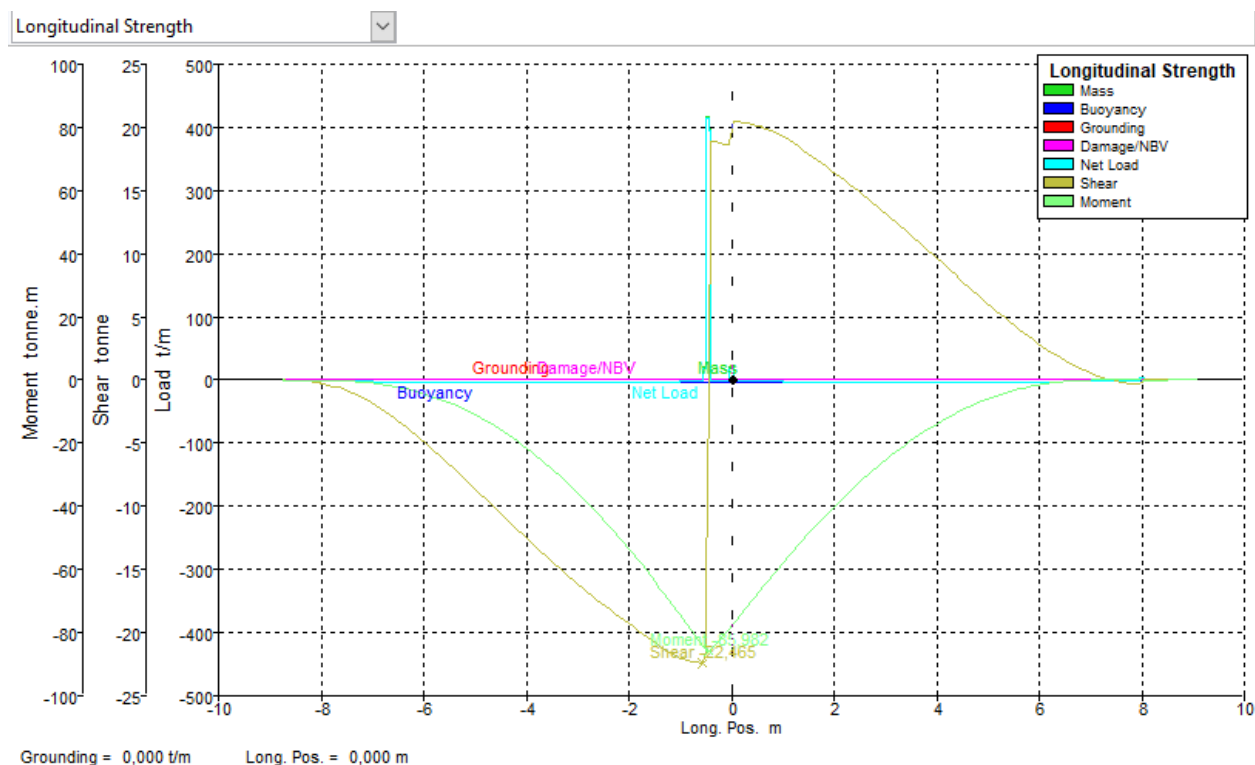


Figura 33. Esfuerzos longitudinales en salida de puerto con ola de 1,2m – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Para saber cómo varían los datos según la magnitud de la ola, se incrementa su altura hasta 3m.

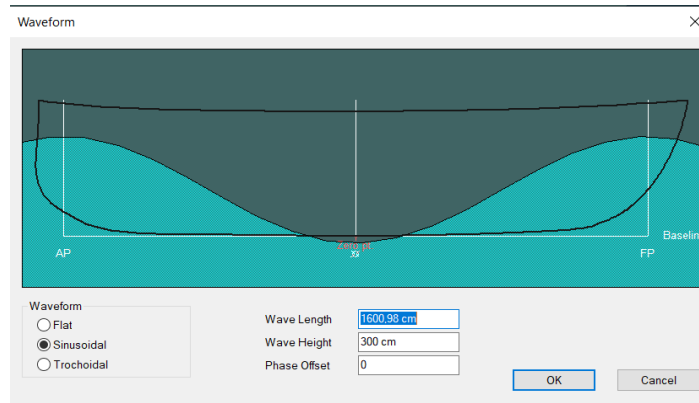


Figura 34. Datos de la ola simulada – Fuente: Maxsurf Stability Enterprise

Name	Long. Pos. Cm	Buoyancy kg/cm	Net load kg/cm	Shear	Moment kg·cm
st 0	-826,86	-9,93	-9,93	-217,82	-3372,11
st 1	-778,61	-22,56	-22,56	-1000,6	-30417
st 2	-730,36	-34,91	-34,91	-2391,49	-109863
st 3	-682,11	-45,15	-45,15	-4331,72	-269837
st 4	-633,86	-52,24	-52,24	-6695,55	-534965
st 5	-585,61	-55,9	-55,9	-9318	-920644
st 6	-537,35	-56,25	-56,25	-12036,4	-1435287
st 7	-489,1	-53,51	-53,51	-14695,1	-2081213
st 8	-440,85	-48,17	-48,17	-17157,9	-2850427
st 9	-392,6	-40,88	-40,88	-19311,7	-3731829
st 10	-344,35	-32,46	-32,46	-21083,9	-4707897
st 11	-296,1	-23,85	-23,85	-22440,9	-5759617
st 12	-247,85	-15,97	-15,97	-23397,3	-6866973
st 13	-199,59	-9,49	-9,49	-24005,2	-8011786
st 14	-151,34	-4,77	-4,77	-24341,6	-9179093
st 15	-103,09	-1,86	-1,86	-24495,3	-1E+07
st 16	-54,84	-0,5	215,86	-23780,8	-1,2E+07
st 17	-6,59	-0,17	16,35	18467,74	-1,1E+07
st 18	41,66	-0,52	16,06	21253,39	-1E+07
st 19	89,91	-1,94	6,13	21745,92	-9017437
st 20	138,17	-4,9	-4,9	21668,52	-7967984
st 21	186,42	-9,55	-9,55	21325,49	-6929878
st 22	234,67	-15,66	-15,66	20721,88	-5914351
st 23	282,92	-22,74	-22,74	19798,96	-4935344
st 24	331,17	-30,21	-30,21	18521,88	-4009394
st 25	379,42	-37,4	-37,4	16887,46	-3153962
st 26	427,67	-43,61	-43,61	14928,34	-2385135
st 27	475,92	-48,19	-48,19	12706,67	-1717291
st 28	524,18	-50,59	-50,59	10313,69	-1161835
st 29	572,43	-50,36	-50,36	7867,35	-723087

Name	Long. Pos. Cm	Buoyancy kg/cm	Net load kg/cm	Shear	Moment kg·cm
st 30	620,68	-47,03	-47,03	5504,94	-401082
st 31	668,93	-40,17	-40,17	3386,84	-187950
st 32	717,18	-30,13	-30,13	1680,76	-67442
st 33	765,43	-18,85	-18,85	499,3	-17062,8
st 34	813,68	-8,58	-8,58	245,08	-5176,49
st 35	861,94	-1,58	-1,58	18,09	-167,38

Tabla 26- Esfuerzos longitudinales en condición de salida de puerto con ola de 3m – Fuente: *Maxsurf Stability*

Obteniéndose el siguiente gráfico para la simulada condición:

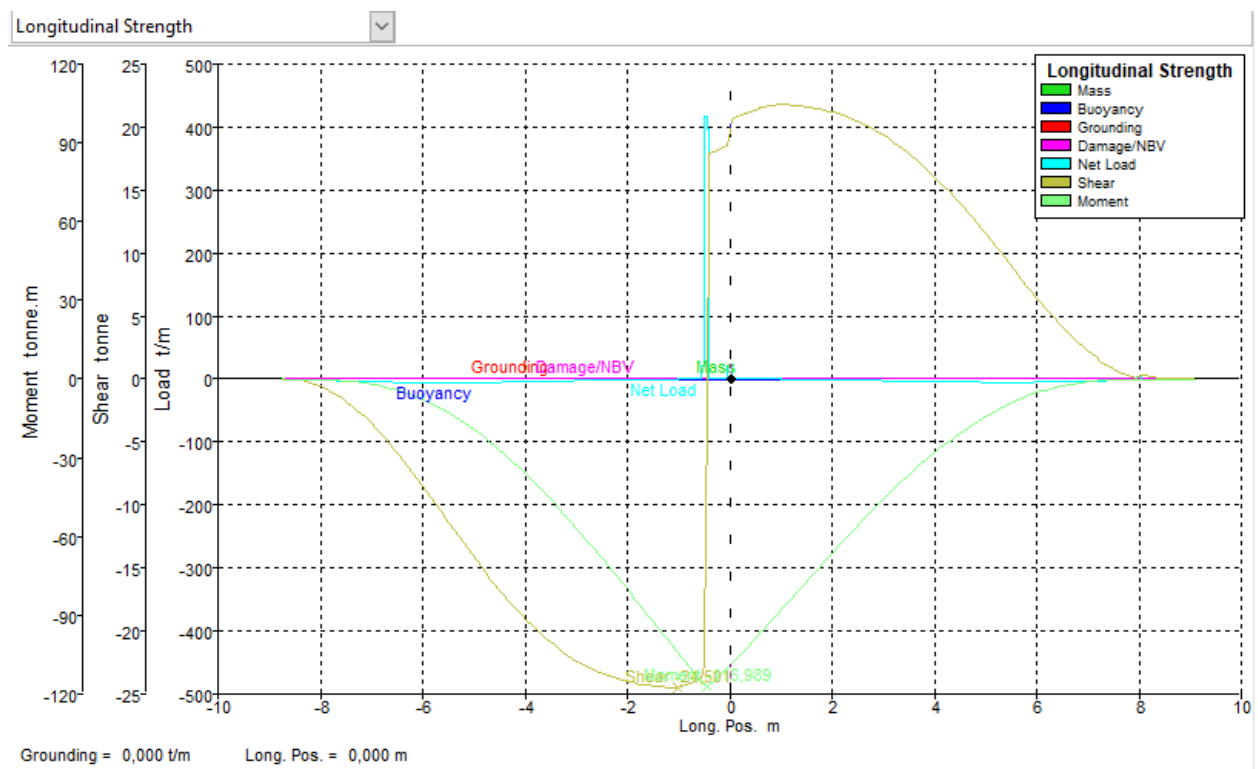


Figura 35. Esfuerzos longitudinales en salida de puerto con ola de 1,2m – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Los cálculos efectuados se han realizado con la condición de salida de puerto ya que a esa condición pertenece el máximo desplazamiento debido a los tanques de combustible y agua dulce. Entonces se debe verificar la tensión creada por esfuerzos longitudinales, asumiendo que es la más crítica, para la peor condición posible. La peor condición posible consiste en navegar por un temporal a plena carga.

2.3 Propulsión

Es objeto de estudio en este apartado el propulsor elegido en base en los datos que se han obtenido a partir de los cálculos y datos sacados de la información procedente del modelo del casco tridimensional obtenido a partir de ingeniería inversa.

Se decide realizar este cálculo ya que a pesar tener ya el barco propulsor, este se conoce que es un propulsor cortado (de las palas) del sistema propulsivo de otro barco. Considerando los factores y que el motor está marinizado (originario de un tráiler) se deduce que la autonomía puede mejorar considerablemente, así como la reducción considerable de vibraciones que se traduce como una menor carga de mantenimiento del tren propulsor.

El motor principal es un DAF PACCAR 160kW tetracilíndrico en línea del 1998. Para saber en qué punto óptimo va a trabajar este se necesita obtener la curva de potencia. Pese a ser difícil obtener este dato (dada la poca información pública que hay en internet en motores de esta época) se ha encontrado gracias a una campaña publicitaria de la misma marca.

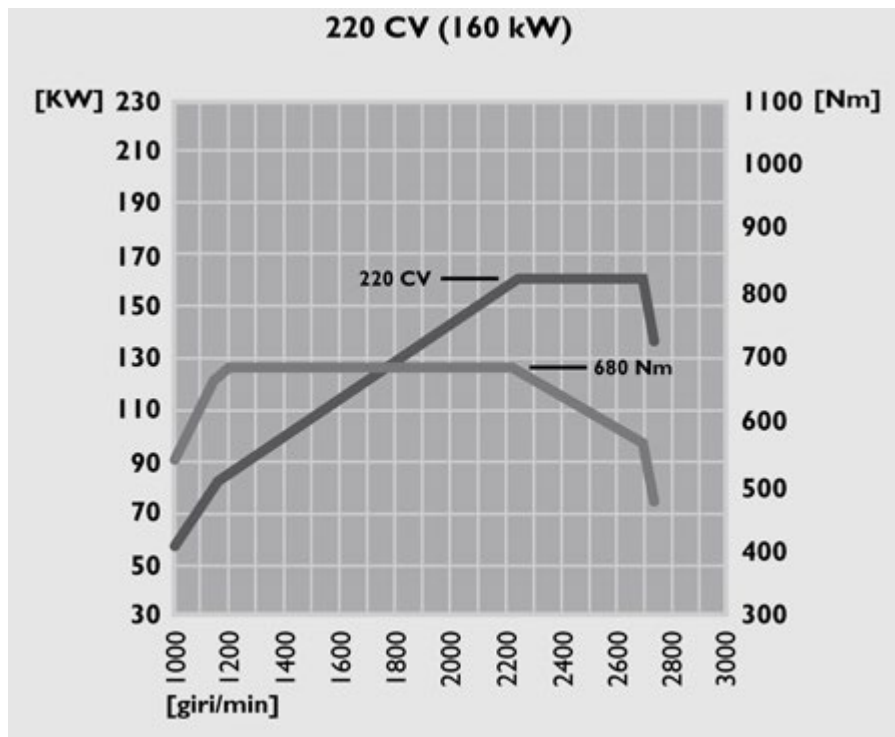


Figura 36. Curva de potencia-par motor DAF PACCAR 6C 160Kw – Fuente: DAF Motors

Por lo que se observa, el motor es capaz de entregar un máximo de 220 cv. Ahora conviene saber cuál es la mejor velocidad para el casco. Para encontrar el punto óptimo, es necesario analizar los datos o conceptos de la resistencia al avance.

Resistencia al avance

La resistencia al avance que un buque experimenta en aguas tranquilas está compuesta de numerosos factores que se suman para formar el total. Los más importantes son los de carácter fraccional y viscoso

sobre el casco relacionados con la viscosidad del agua y la energía necesaria para crear y mantener los trenes de olas, de proa y de popa, que el barco induce en el agua con su movimiento. Así, se formula:

$$R_T = R_V + R_W$$

Donde:

R_T : Resistencia total del casco

R_V : Resistencia de origen viscoso

R_W : Resistencia por formación de olas

A bajas velocidades la componente viscosa de la resistencia es mayor que la de formación de olas. Según aumenta la velocidad esta relación se invierte adquiriendo mayor importancia la de formación de olas. La siguiente gráfica lo muestra con claridad:

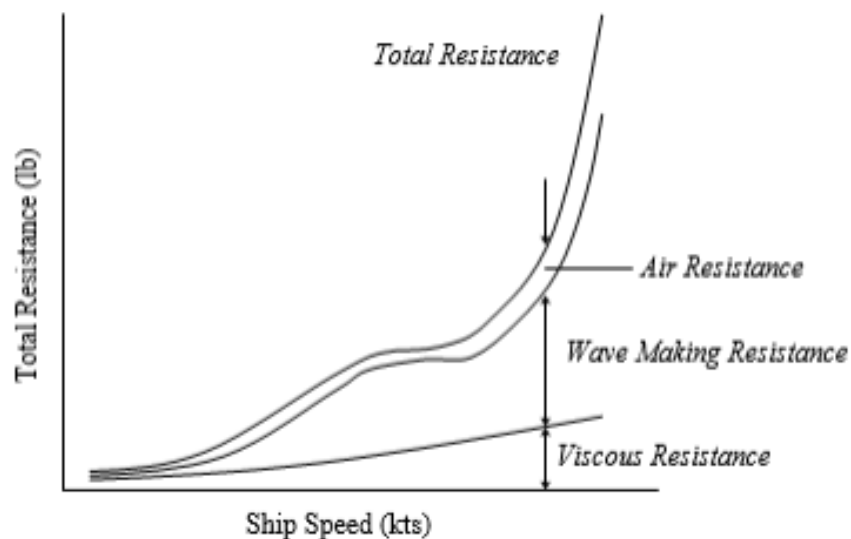


Figura 37. Componentes de resistencia al avance – Fuente: usna.edu

Como se observa, la componente de la resistencia por formación de olas presenta unos surcos o concavidad. Esto es debido a que es deseable hallarse en un mínimo, es decir, en esta concavidad, pues el significado físico de ello es que el tren de olas creado en el punto de presión o de remanencia en proa y el de popa crean una interferencia destructiva.

A nivel usuario, eso implica un menor consumo (debido a la menor resistencia a avance) por lo que este punto es deseable centrarlo en la velocidad de diseño para un optimizado diseño.

Existen numerosas formas de obtener esas curvas. Desde base de datos, hasta fórmulas matemáticamente parecidas a la realidad o modelizaciones de la misma. En el caso del Halve Maan, estas curvas han sido obtenidas de forma analítica (resultados mostrados sin cortar en Apartado 2.2 Modelo 3D y Resistencia al avance).

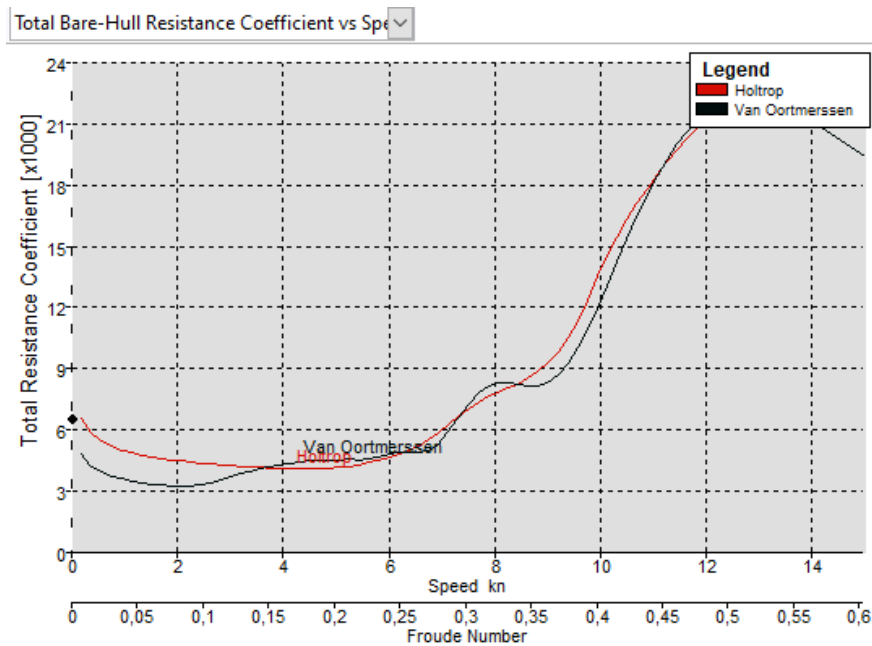


Figura 38. Resistencia total vs velocidad en nudos – Fuente: *Maxsurf Stability Enterprise*

Como se observa, hallamos un mínimo en 9,2 nudos (número exacto validado en *Maxsurf Resistance*, ya que las gráficas que el programa crea son interactivas). Se establece esta como velocidad de diseño.

Esta velocidad, contrastada con la gráfica de velocidad vs caballos de potencia requeridos en el *Maxsurf Resistance*, concluye que para impulsar la embarcación a esta velocidad son necesarios 134 caballos de potencia. Este número concreto de caballos se halla partiendo de la base de que el rendimiento del tren propulsivo es de un 40% como total, siendo este un número bastante ineficiente en cuando a diseño (pero difícil de variar ya que el barco y sus formas ya existen).

Por lo tanto, a priori se puede determinar que si los cálculos son ciertos, y el barco actualmente tiene una velocidad máxima con el motor cerca del 100% de entrega de potencia (unos 200cv) de 8,5 nudos, el tren propulsivo actual tiene un rendimiento de un valor próximo al 20%. Este es un número muy bajo para una embarcación.

Para mejorar la cifra se propone cambiar el propulsor por uno optimizado para esta embarcación, y así conseguir la última velocidad máxima como velocidad de crucero con el motor trabajando en un régimen de entrega de potencia aceptable, además de un significativo incremento de autonomía y una nueva velocidad máxima de 10,23 nudos según los cálculos analíticos del *Maxsurf Resistance*.

Habiendo obtenido la velocidad de crucero, se calculan los parámetros básicos del mismo mediante el Método de la hélice de Crouch.

El Método de Crouch se utiliza para calcular el diámetro y el paso correctos de la hélice de una embarcación determinada a partir de datos del motor de la misma. Se basa en un método empírico y fórmulas que desarrolló George Crouch (1992), a pesar de haber sido algunos procedimientos simplificados por Dave Gerr (1989). Usando directamente los gráficos se evalúa rápidamente un diseño determinado de una hélice existente o propuesta. A pesar de ello, no sirve para un diseño detallado, entendiéndose en-

tonces que la curva de la hélice por la optimización de esta la realiza el fabricante usando en caso de embarcaciones de recreo perfiles normalizados, como por ejemplo las geometrías de Wageningen.

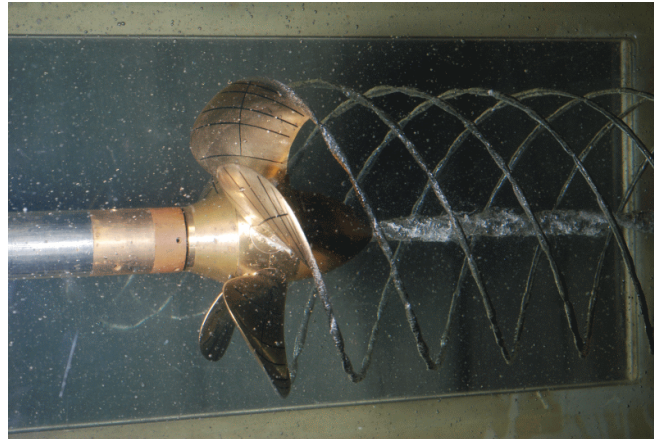


Figura 39. Cavitación hidrodinámica de tipo punta de pala – Fuente: Schiffbau-Versuchsanstalt

La aplicación de este método se limita a hélices de tres palas, de sección ojival (cara interior plana con una curva simétrica en el dorso) y una razón de ancho medio de las palas de 0,33. Siendo un método muy concreto, sirve para el caso del Halve Maan ya que debido a sus 4 cilindros en el motor, se requiere un propulsor de número de palas diferente o no múltiple. Si esto no se tuviese en cuenta, el propulsor entraría en resonancia con el motor y el hecho de la aparición de este fenómeno es peligrosamente destructivo para el tren propulsivo, por lo que se instala una hélice de 3 palas.

Para el control preliminar de la hélice se requiere de la siguiente información sobre la instalación y la embarcación:

- Las RPM²⁶ operativas de la hélice
- Las RPM de la hélice al MCR²⁷
- La velocidad de crucero
- La potencia en el eje de la hélice al MCR

Estimación del diámetro del propulsor

Para encontrar el paso de la hélice necesitamos las revoluciones que presenta el motor en condición de entrega de potencia para velocidad crucero (no máxima). Por lo tanto, según el gráfico del motor de la Figura 36 esta entrega de potencia se presenta a las 1850 rpm. Se debe considerar que la velocidad que percibe el propulsor no es la que percibe el cigüeñal del motor, pues este tiene una reductora 3:1.

²⁶ RPM: Revoluciones por minuto.

²⁷ MCR: *Maximum continuous rating*: Máximo régimen continuo.

Por lo tanto se entra a la gráfica con el valor $1850:3=616,6\text{rpm}$.

Por lo tanto, se entra en la gráfica de paso verticalmente con este valor, para intersecar con la curva de 9 nudos. Trazado este punto, desplazándolo horizontalmente, se obtiene el paso del propulsor.

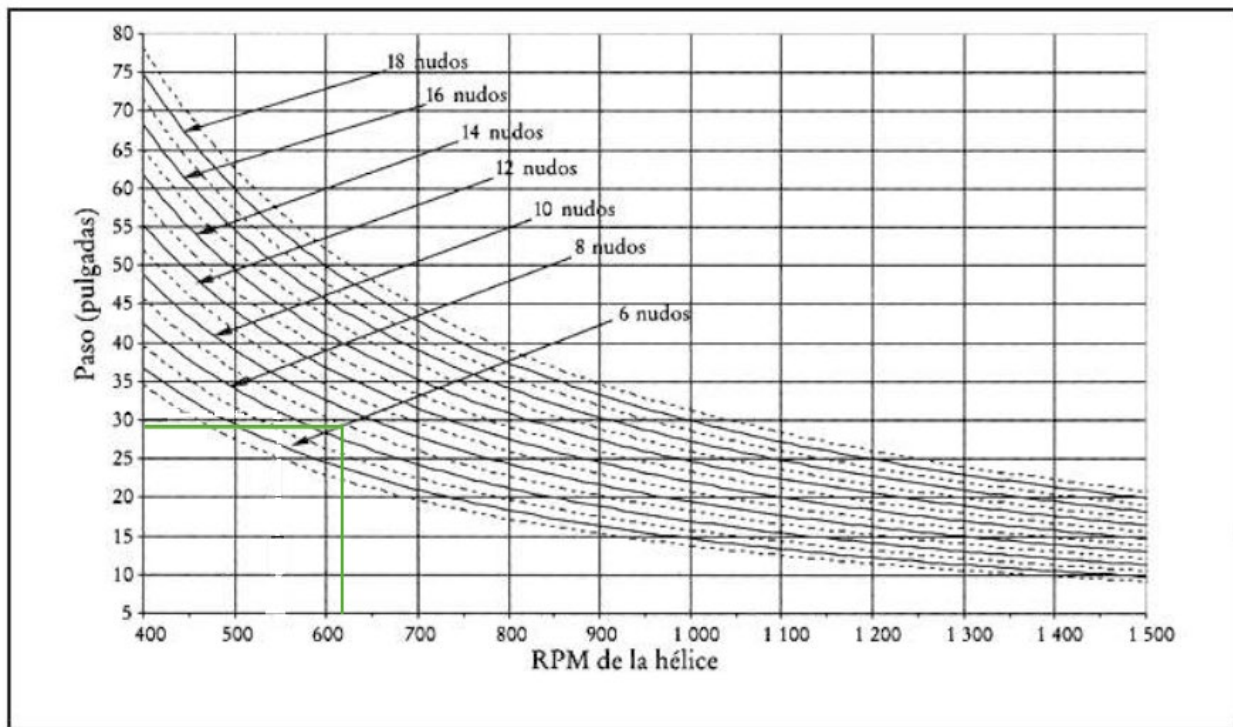


Figura 40. Gráfico de paso de la hélice – Fuente: fao.org

Estimación del diámetro del propulsor

Para elegir el diámetro correcto se calcula de forma semejante al paso. La Figura 41 muestra el gráfico de estimación del diámetro de la hélice. Sin embargo en este paso se parte de las RPM de la hélice cuando el motor trabaja a plena potencia. Trazando una vertical desde el punto hasta alcanzar la curva correspondiente a la potencia de salida en *output*: 100% en caballos de potencia. El diámetro de la hélice se halla en el eje vertical de esa intersección, por lo tanto, se toma el valor de $2700:3=900\text{ rpm}$ y 220 cv de potencia.

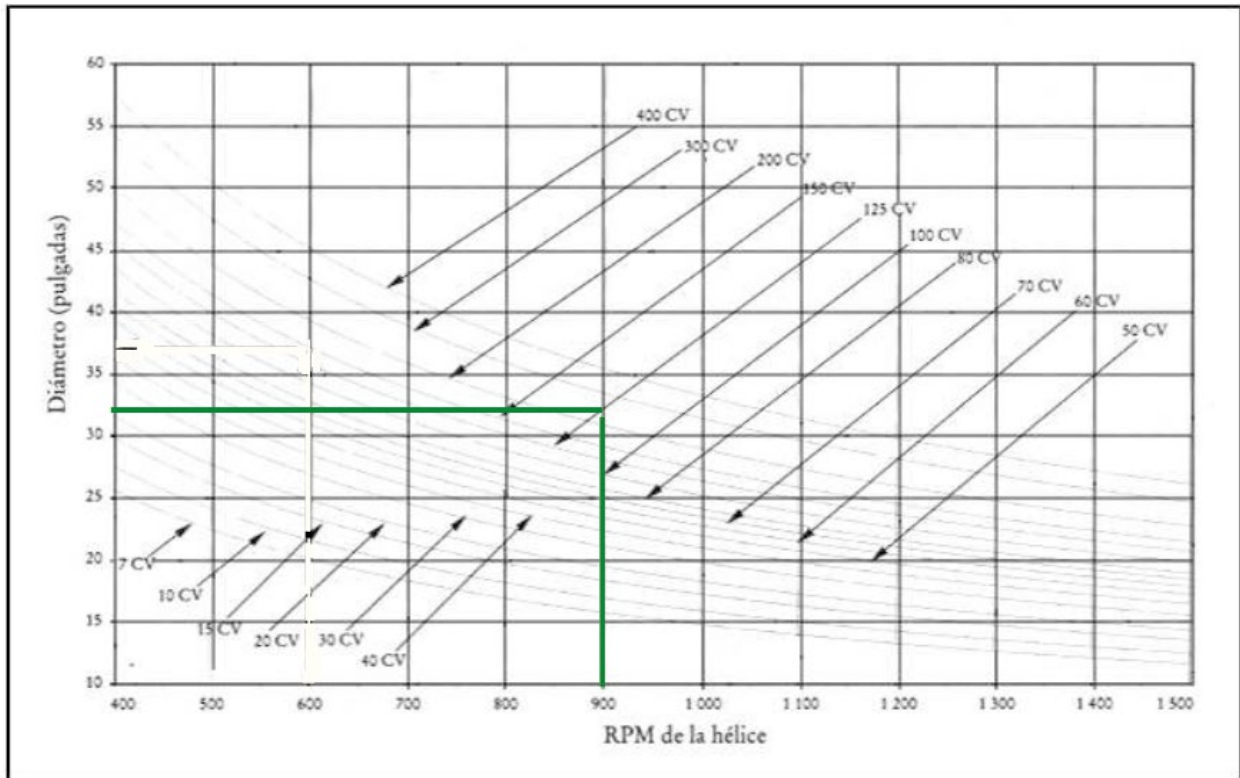


Figura 41. Gráfica de diámetro de la hélice – Fuente: fao.org

Por lo tanto, se deduce que el propulsor va a tener:

- Diámetro de 32 pulgadas
- Paso de 29 pulgadas



Figura 42. Propulsor de tres aspas de bronce – Fuente: Vetus

Con estos datos ya se puede solicitar al fabricante un propulsor para el barco, con el cual respecto al anterior se va a mejorar:

- Durabilidad
- Vibraciones
- Velocidad punta
- Autonomía

2.4 Modelo 2D – Disposición general y renderizado en 2D

Desde *Maxsurf Modeler* se pasan secciones con una *waterline*²⁸ establecida a altura de suelo con fin de crear un modelo de disposición general.

Este modelo es una base de los siguientes apartados en los que se van a acotar directamente del plano de Autocad en formato dxf distancias e iluminación y otros consumidores.

Para obtener las formas a Autocad, previo a la disposición general se extrae del modelo 3D un plano en 2D de curvas, que se adjunta como Anexo 10. Este plano grafica las secciones longitudinales, transversales y líneas de agua estando estas distribuidas de forma uniforme a lo largo del puntal, eslora y manga.

Se aporta una ilustración como ejemplo gráfico para facilitar la lectura y el seguimiento del proceso.

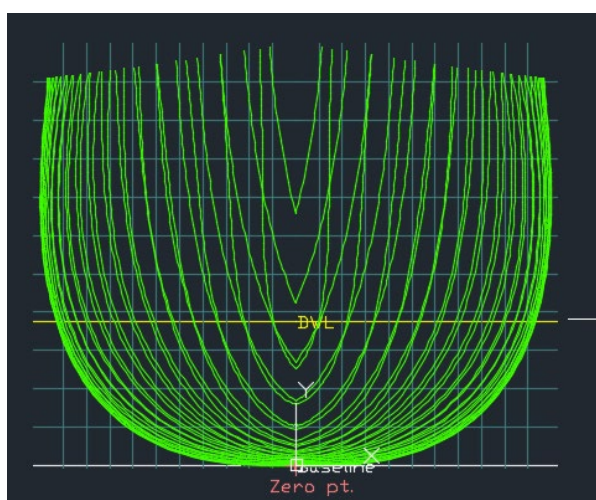


Figura 43. Curvas de carena – Fuente: Maxsurf Modeller Advanced

Después resulta imperativo volver al archivo Maxsurf ya que para la disposición general es requerido desactivar todas las secciones del casco exceptuando la línea de flotación de diseño, y habiendo establecido como nuestra base el *zero point*²⁹ en la línea base del barco, se trazan las siguientes secciones:

Nomenclatura Cubierta	Altura desde <i>zero point</i>
Cubierta (<i>sundeck</i>)	3,4m
Cubierta media (en superestructura)	3,0m
Cubierta Inferior	0,6m

Tabla 27. Altura de suelo de cubiertas – Fuente: propia

²⁸ Línea de agua

²⁹ Sistema de referencia establecido en el diseño tridimensional o bidimensional a partir del cual se establece el punto (0,0) o (0,0,0,) de coordenadas considerando como vectores directores la base ortonormal.

Una vez obtenidas las secciones del casco se dimensionan los espacios, teniendo en cuenta las preferencias de los socios. En el momento en que vinieron a la Facultad de Náutica de Barcelona en busca de implicación institucional en forma de TFG, estos ya tenían un modelo de disposición general hecho. Se intuye que fueron realizadas por un arquitecto (o personal técnico de un campo ajeno a Ingeniería Naval) debido a dos motivos principales:

1. Se aprovecha la superestructura como cocina-comedor. Sin discutir si la idea es buena o no, se descarta ya que como barco debe navegar y la superestructura sirve para tal fin. Así que se rediseñará en zona de navegación-sala de estar.
2. Al no haber extraído las formas de algún modelo 3D parecido al barco real, no se tienen en cuenta las curvas y la eslora de flotación, sino que tratan el barco como un paralelepípedo (misma eslora en cubierta superior que en inferior). Al considerar la disminución de eslora y manga, su distribución resulta imposible (midiendo saldrían pasillos de 30cm de ancho, entre otros).

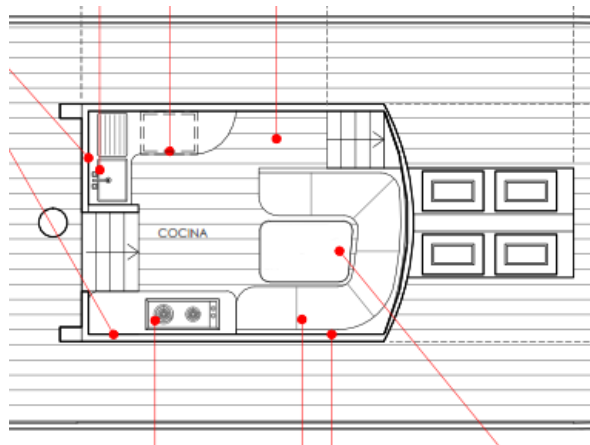


Figura 44. Propuesta de cocina inicial – Fuente: propia

Por lo tanto, se busca una solución de compromiso entre técnico y socios, que viene a ser la disposición de su agrado con la condición de que sea dimensionalmente posible.

Al no ser este un proyecto artístico sino técnico se eluden los diálogos y fases descartadas de disposición y se justifica gráficamente la final. Las condiciones a distribuir en el espacio son:

- Dos baños
- Dos duchas
- Dos habitaciones dobles
- Superestructura habilitada para navegación y como sala
- Posibilidad de manejo de motor y timón desde superestructura
- Dos camas dobles fijas, el resto sofá-cama montable fácilmente
- 12 pasajeros, 10 pernoctando

- Amplia capacidad de pertrechos para evitar tener zonas cargadas de material de navegación.
- Barra de bar con taburetes
- Mesa de trabajo en superestructura y en cubierta inferior
- Intentar pasar de estilo clásico a neo-clásico.

El objetivo artístico es un espacio diáfano y no cargado, por lo que se usa la zona inferior al suelo de la cubierta intermedia como almacenamiento de material de navegación (como el tormentín³⁰), tanques, protecciones eléctricas, baterías y demás pertrechos.

Una vez todo dibujado en Autocad se traza el plano con asignación de plumillas (configuración mostrada en la Figura 45 para habilitar así y renderizar el plano para una toma de decisiones (como color del casco).

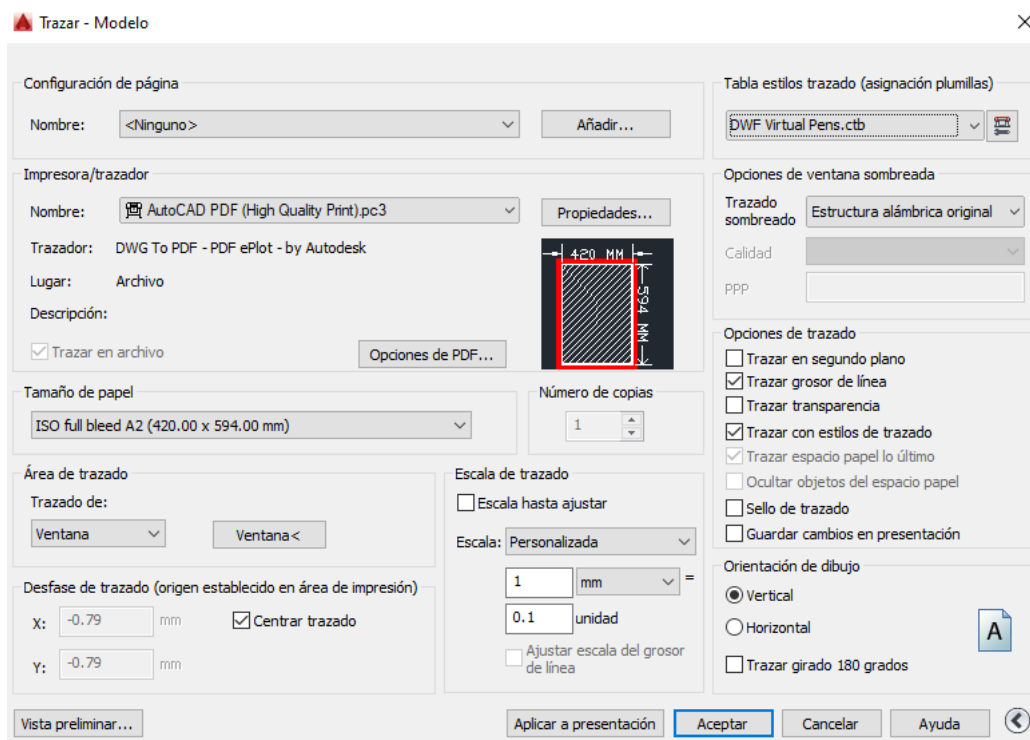


Figura 45. Configuración de trazado – Fuente: propia

Una vez trazado, con el software Adobe Illustrator cuyo no conocía anteriormente el autor, se pintan las superficies creadas con la opción objeto-pintura interactiva-crear (que no sería posible sin la configuración de trazado de Autocad). Creando superficies de sombreado y buscando en la red packs de texturas de diferentes tipos de madera y metal se puede visualizar de una forma que permite una mayor capacidad de decisión que un plano.

³⁰ Tormentín: vela usada en condiciones climatológicas adversas.

Todo el renderizado se presenta en Formato de plano, Tamaño DIN A2 en Anexo 11 y Formato pdf.

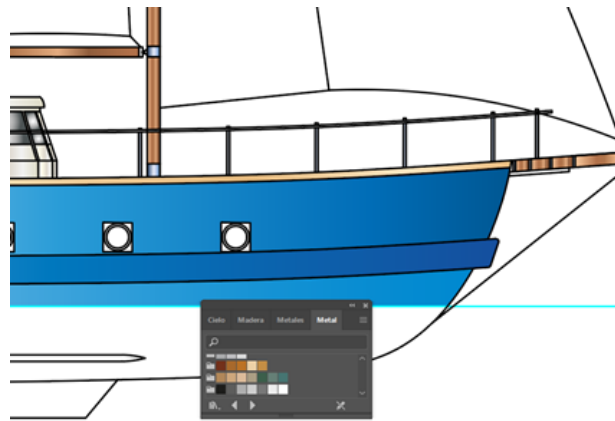


Figura 46. Inicio de renderizado, barco azul (descartado) – Fuente: propia

Aún sin ser una herramienta puramente técnica o ingenieril se considera crucial en el ámbito de la ingeniería proyectista debido a que sirve como herramienta de comunicación con el potencial cliente, cliente o marketing con una inversión de tiempo asumible.

Se procede a explicar gráficamente la disposición final en cada cubierta:

-Cubierta inferior

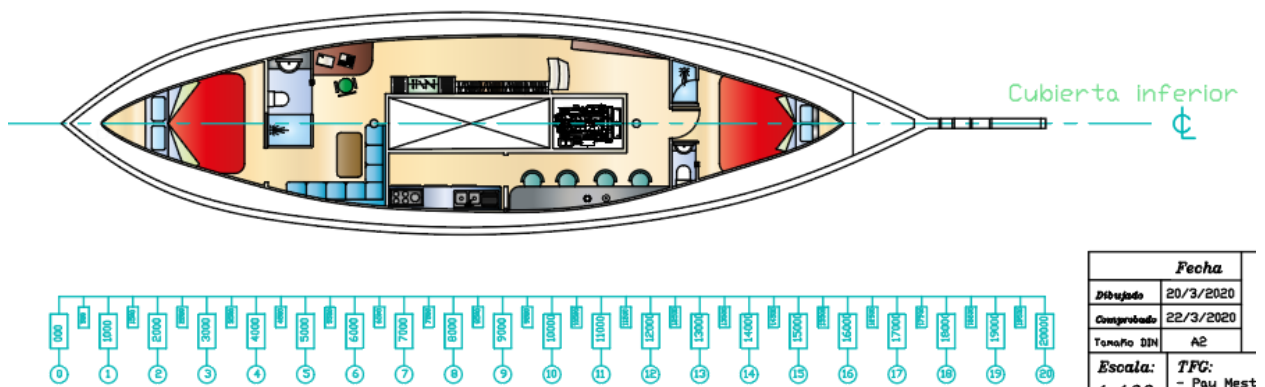


Figura 47. Cubierta inferior – Fuente: Adobe Illustrator

En la cubierta inferior se encuentra en proa y popa los dos dormitorios, en estribor la cocina y una mesa con vistas al mar. Existen dos lavabos y duchas, una pareja es del dormitorio de proa y la otra es de todos los demás tripulantes. La banda de babor se usa como almacén (ya que queda más cerca de la entrada y pasillo, aunque existen dos camas plegables que salen de un armario, debajo de los armarios de pertrechos. En popa se encuentra otra sala de polivalente con una mesa de trabajo y el acceso a la X que denota la sala de tanques, tuberías, baterías y calentador de agua, etc.

A proa de la sala de tanques está el motor el cual para acceder a él se desmonta un mamparo (puerta camuflada para no cargar el ambiente). Para el suelo se opta por un parquet clásico.

Se observa el contorno externo no pintado que es la sección de la cubierta superior, para que se aprecie gráficamente el menguado de volumen y el porqué la distribución propuesta por los socios no era válida.

-Cubierta media

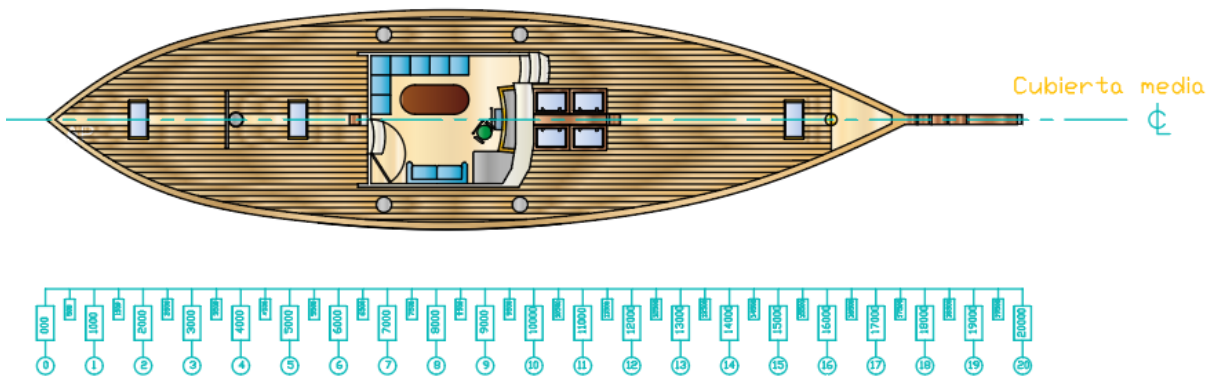


Figura 48. Cubierta media – Fuente: Adobe Illustrator

En la cubierta media se encuentran la superestructura y sala de control. Por su elevado volumen, además de para tal fin, también se usa como sala de estar y comedor (de hecho por el aprovechamiento de este volumen se omitió localizar el comedor debajo cubierta ya que suponía renunciar a otros espacios). La mesa que se puede observar delante de los asientos es abatible para transformar estos en una cama.

El sofá no requiere de transformación para dormir.

La mesa que queda a estribor del asiento del capitán es dedicada a material de navegación y radiocomunicaciones y cartas náuticas.

Se ha dimensionado de tal forma que los tripulantes quepan todos dentro, para evitar así que en viajes o chárteres ³¹con número máximo de pasajeros (12) estos no sientan que sobra o que falta espacio. Pero de todas formas los socios expresan que es donde más tiempo van a pasar.

-Cubierta superior

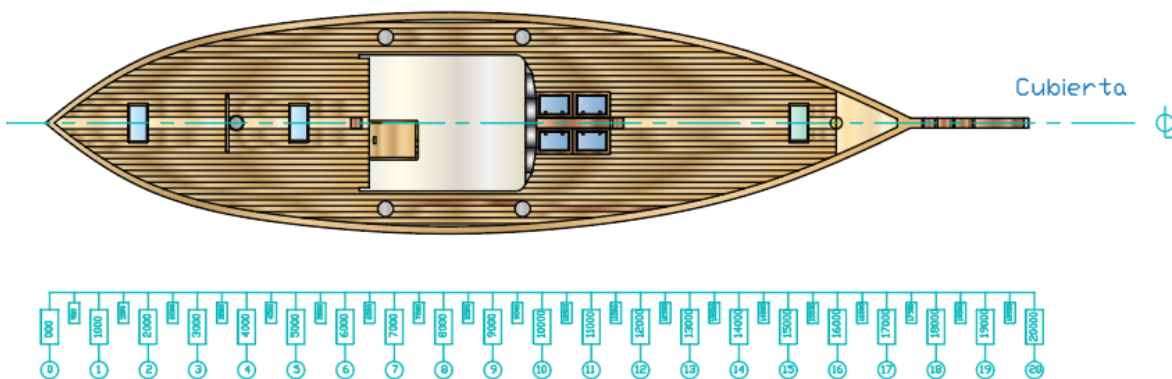


Figura 49. Cubierta expuesta – Fuente: Adobe Illustrator

³¹ Chárter: Alquiler de embarcaciones con fines lucrativos.

Este es el exterior del barco. Como curiosidad, no dispone de bañera, debido a su forma llena (gran coeficiente de bloque) y su estabilidad o inercia, aunque se intuye que esto también se debe a que este barco era en concepción un carguero. Se restauran las entradas de luz y se polariza el cristal. La cubierta antes del proyecto no disponía de madera encima de cubierta, pero la opción más viable y estética es instalar teca sintética antideslizante. Su gran superficie admite no sentirse atrapado en los pocos metros cuadrados que suele tener un velero de estas dimensiones, por lo que el Halve Maan con su gran volumen admite viajes largos (y lentos, ya que como se deduce en el Apartado de 3D-Resistencia al Avance se observa en la gráfica velocidad-caballos de potencia que no se prevé que este viaje a grandes velocidades).

-Vista lateral

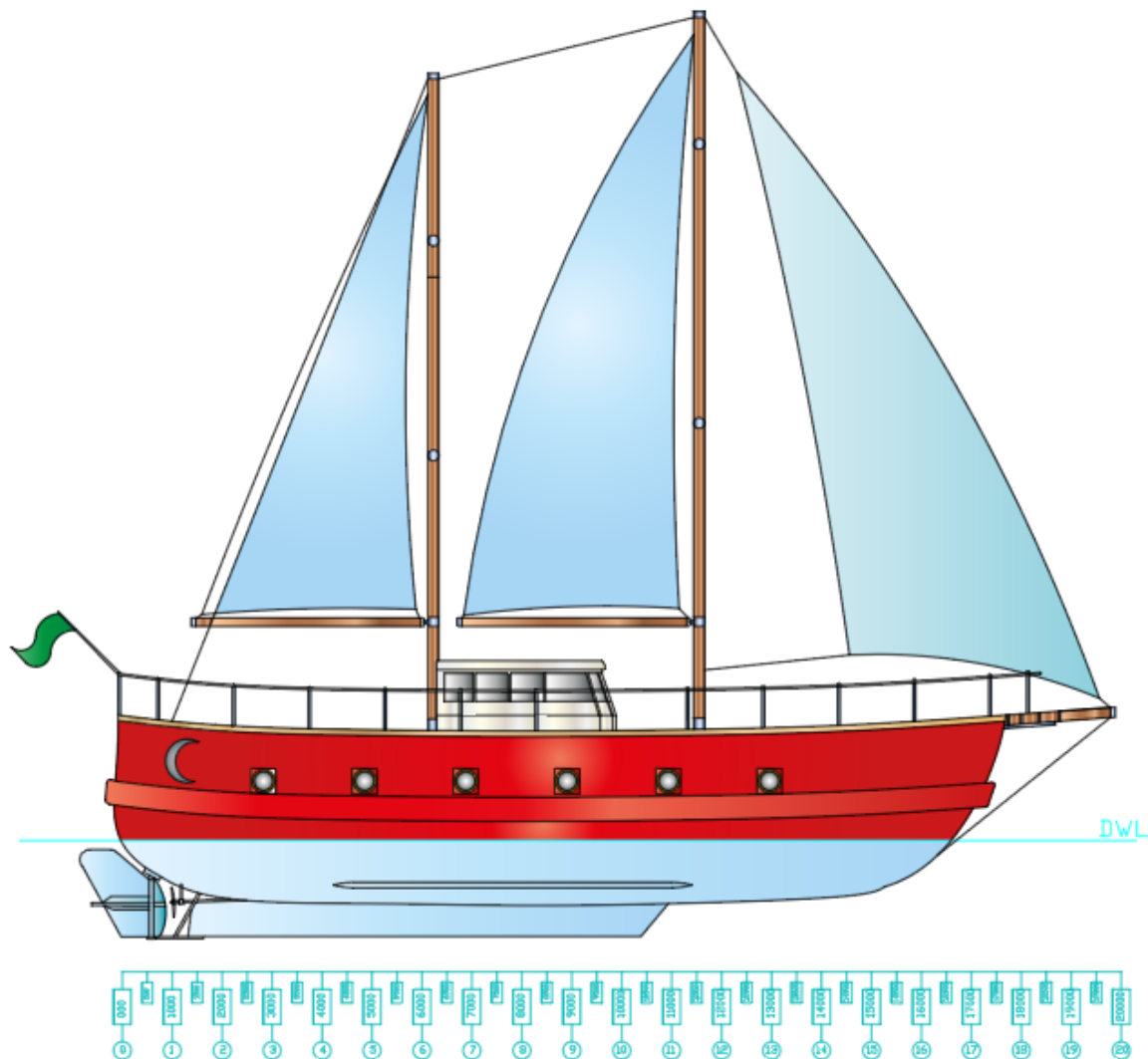


Figura 50. Vista lateral – Fuente: Adobe Illustrator

Se crea esta vista para decidir el color del barco, que se decide rojo finalmente. Se agregan velas en la ilustración para que sea más visual. Parte de la jarcia de labor está omitida por no cargar el dibujo.

Se puede observar que la parte inferior se visualiza como si estuviese sumergida en agua, ya que a partir de línea de flotación de diseño cambia de color. En fotos del barco en navegación se ve un barco muy

largo, y fuera del agua este resulta bastante ancho y panchón. Para que el renderizado incluya lo que se va a ver (barco fuera del agua) se ha representado del modo descrito con la diferencia de colores. En la vista frontal ocurre lo mismo.

-Vista frontal

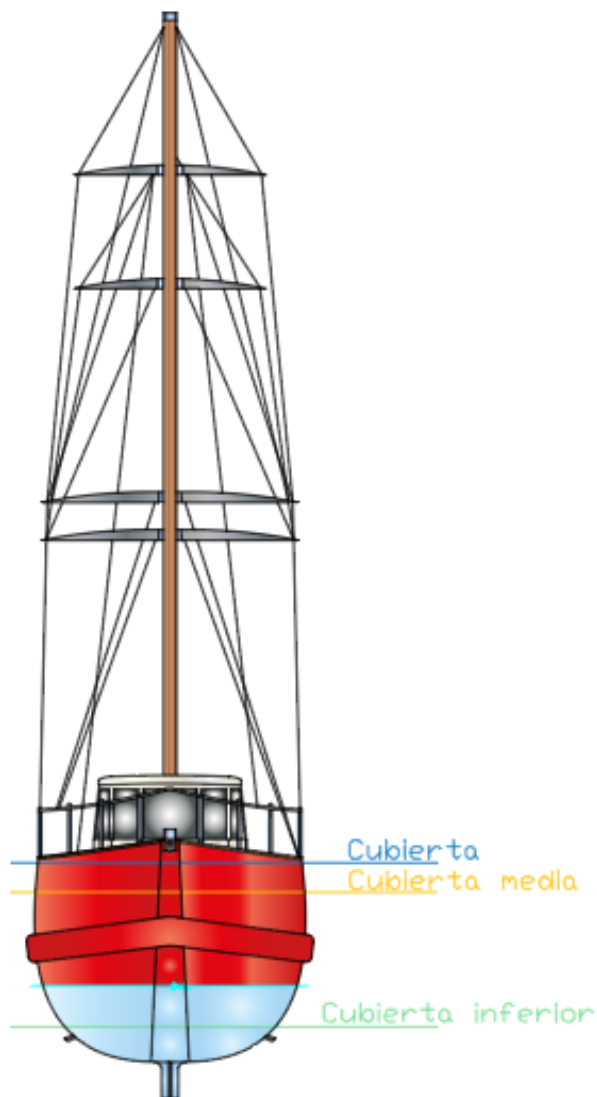


Figura 51. Vista Frontal des de proa y altura de las cubiertas – Fuente: Adobe Illustrator

En esta ilustración se han añadido las líneas de altura de sección de las cubiertas. Se ha hecho en esta vista y no en la lateral ya que en la lateral “rompía la imagen”, y esta no crea sensación de tapar parte del dibujo.

Una vez concluida la parte de diseño se aporta información gráfica valiosa como meta psicológica en los socios. Los planos sirven a la vez como base para los apartados que vienen a continuación como se ha indicado al principio del apartado.

2.5 Plano y balance eléctrico

En este apartado se describen los elementos que componen el sistema eléctrico, junto a los cálculos o criterios que dimensionan y establecen el sistema. Se entiende que se descarta conservar el antiguo por motivos de normativa y seguridad.

El sistema eléctrico es de los que tienen más peso en el diseño y su consecuencia en la vida a bordo debido a que todos los otros sistemas dependen de este. El motor necesita electricidad para arrancar, las bombas automáticas funcionan con electricidad, y para las alarmas o el achique debe existir un continuo suministro eléctrico.

Para empezar, se debe diferenciar entre dos circuitos por la tipología de corriente que conduzcan.

A bordo tenemos dos circuitos eléctricos:

-Corriente alterna o CA: Esta red actúa mediante un generador auxiliar o conectado al pantalán de un puerto. Estando este conectado, van a funcionar elementos que en navegación no tienen alimentación al ser esta alterna, como el horno, lavadora, etc. No se considera que la red alterna funcione siempre en un barco tan pequeño ya que esto implicaría un generador continuamente trabajando o un banco de baterías sobredimensionado (junto a un ondulator).

-Corriente continua o CC: Este funciona con 24V debido a que el motor (DAF-PACCAR-GR) tiene un alternador de 24V, por lo que dictamina el voltaje de la red. Así pues, el barco tendrá los bancos de baterías que alimentarán a una red de 24V. Esta red puede cargarse a través de energías renovables para no obligar a arrancar el motor con el fin de no malmeter las baterías. Este sistema es el que alimenta a la instrumentación de navegación, como radio, GPS³² o luces de navegación.



Figura 52. Inversor de CC a CA – Fuente: Siemens

El esquema de corriente alterna funciona cuando se está a puerto, aunque también puede usarse temporalmente con un generador o un ondulator.

El esquema de corriente continua es de esta tipología debido a que las baterías son de corriente continua, y tendrán el voltaje marcado por el generador del motor principal, en este caso 24V.

³² GPS: *Global Positioning System*.

Se adjuntan planos eléctricos en el desarrollo de este apartado por el correcto desarrollo de la obra, así como para la obtención de datos en distancias para la caída de tensión máxima permitida, elementos de seguridad y protección y balances eléctricos para dimensionar las baterías.

Conforme se avanza en el desarrollo de este apartado irán apareciendo los anexos y cálculos correspondientes a cada apartado y para facilitar el diseño y la comprensión no se tratarán varios temas a la vez.

Balance eléctrico – Corriente continua

Se realiza el balance eléctrico para estudiar el dimensionamiento de este sistema, asegurando un correcto suministro de energía y su correcto funcionamiento en varias condiciones y dimensionándolo como la más exigente, con el objetivo de asegurar que en condiciones de emergencia exista suministro. Esto también demuestra numéricamente que marca y modelo se elige para la generación por energías renovables. No es necesario repetir el cálculo a no ser que varíen los consumidores incrementando la potencia sustancialmente o reduciendo la generada (sustituir el hidrogenerador por placas solares que generen la mitad sería el caso) haciendo que las fuentes sean insuficientes. Se aplica un porcentaje de seguridad de exceso por lo que es seguro sustituir elementos que lo requieran en su momento como bombas o incluso la radio.

La normativa a considerar para este apartado es Sistemas eléctricos: Instalaciones de corriente continua a muy baja tensión. (ISO 10133:2013) e instalaciones de corriente alterna. (ISO 13297:2015).

Por eso, el balance eléctrico consiste en un procedimiento esencial a realizar antes de la fase de construcción de una embarcación y en determinar la demanda de carga. Conocer este valor final nos permite dimensionar las baterías junto a su tipología, así como el generador que necesita para su correcta carga.

Debemos considerar:

-Equipos a bordo: Deben registrarse todos los equipos y consumidores que deseamos a bordo. Es recomendable agruparlos por subsistemas para evitar errores de proyecto.

-Condiciones de operación: En esencia el balance eléctrico de baterías y protecciones es una previsión de consumos en situaciones concretas considerando una cantidad X de consumidores. En nuestro velero consideraremos las siguientes:

- Navegación diurna
- Navegación nocturna
- Estancia a puerto
- Fondeo
- Emergencia

Para iniciar el cálculo del consumo de cualquier dispositivo, se calcula la capacidad en Amperios-hora con el fin de poder relacionar el cálculo con las baterías. $C = A \cdot t$ siendo A el amperaje necesario y t el tiempo en horas que va a funcionar. Por ejemplo, si queremos alimentar una bomba de sentina que consume 200mA durante 30 min se realiza el siguiente cálculo: $C = 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 = 0,1 A \cdot h$.

Para esta valoración se eligen baterías de Plomo-ácido, que tienen las siguientes características:

- Son las más comunes del mercado
- De fácil repuesto si se usan del sector automovilístico
- Requieren mantenimiento
- Descarga mensual del 12% si no se recargan
- Electrolito de ácido sulfúrico diluido con agua destilada
- Resistencia a temperaturas elevadas
- Frágil a bajas temperaturas (en clima Mediterráneo no supone ningún problema).

Es altamente perjudicial que esta tipología de baterías se descargue por un valor inferior al 50%, por lo que se aplica un factor de seguridad de 2.

Se define F_u como factor de utilización, que es la proporción en que el consumidor trabaja a máxima potencia (si se tomase el valor 1 significaría que la cocina funciona con todos los focos de calor a plena carga).

Se usa entonces la siguiente expresión: $C = \sum_{k=0}^n I * t * n * F_u$

Para obtener los valores de intensidad a base de otras características como la potencia y el voltaje se usa simultáneamente la ley de Ohm y la ley de Watt. En los equipos de carga monofásica alterna no se considera el factor de potencia³³ ya que para simplificar el cálculo se agrava el factor de utilización F_u .

Dispositivo	Potencia [W]	Voltaje [V]	Intensidad[A]	Duración [h]	número	Fu	Capacidad [A·h]
Luz babor	10	24	0,417	8	1	1	3,333
Luz estribor	10	24	0,417	8	1	1	3,333
Luz todo horizonte	10	24	0,417	8	1	1	3,333
Luz de tope	10	24	0,417	8	1	1	3,333
Luz de cabina	5	24	0,208	8	5	1	8,333
Alumbrado interior	5	24	0,208	8	6	1	10,000
Sistema de navegación	20	24	0,833	8	1	0,8	5,333
Brújula	25	24	1,042	8	1	1	8,333
Bomba de sentina	30	24	1,250	2	2	1	5,000
Foco halógeno	10	24	0,417	8	1	1	3,333
Cafetera	200	24	8,333	0,5	1	1	4,167
Frigorífico	100	24	4,167	2	1	0,5	4,167
TV	50	24	2,083	2	1	0,7	2,917
Radio	50	24	2,083	2	1	1	4,167
Boba Agua servicio	60	24	2,500	1	2	1	5,000
Extractor aire	46	24	1,917	8	1	1	15,333

³³ Factor de potencia: coseno del ángulo entre el eje X y la potencia aparente en un sistema de red alterna.

VHF	66	24	2,750	1	1	1	2,750
Cargador móvil	10	24	0,417	1	4	1	1,667
Molinete	600	24	25,000	1	2	0,6	30,000
Lavadora	1850	230	8,043	1,5	1	0,4	4,826
Cocina	7400	230	32,174	1	1	0,2	6,435
C.Total							135,094
C.Final (x2)							270,188
C.Total sin Molinete							105,094
C.Final sin M. (x2)							210,188

Tabla 28. Balance eléctrico del barco – Fuente: propia

Se realiza en balance en la peor situación posible: Navegando por la noche mientras se ve la tele, se cocina y lava la ropa a la vez que se cargan los dispositivos móviles con todas las luces encendidas, sin generación eléctrica y con el motor parado, usando también el molinete mientras se hace un café.

Por lo tanto se descarta hacer un balance para navegación diurna/ a puerto ya que la situación va a requerir de menos carga.

Se recomienda por motivos de descargas espontáneas que las baterías tengan toda la misma carga, aunque en el se va a planificar un elemento para evitar que se dé esta situación.

Por consiguiente, y tomando como valor tres baterías de 24V y 90Ah, resulta exactamente 270Ah, así que ese va a ser el número de baterías a instalar, se añade una batería adicional únicamente para el arranque del motor y que también actúa de batería de emergencia al no estar esta conectada en condiciones normales a los consumidores.

Las baterías se conectan en paralelo para sumar intensidades (y no voltajes) como se muestra en la Figura 53 .

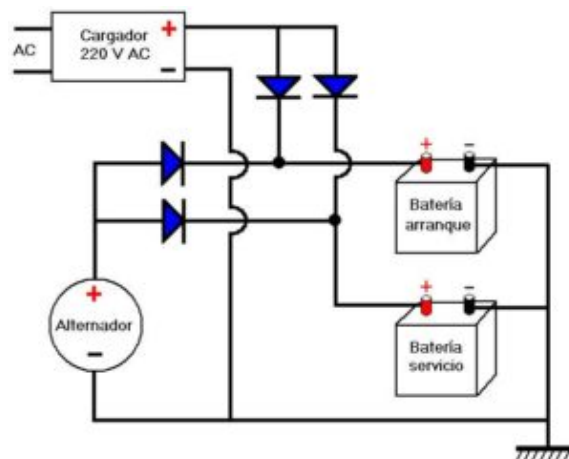


Figura 53. Conexión de baterías en paralelo – Fuente oceanauatica.es

Por lo tanto la instalación de baterías es tipo C con una batería para el motor (o batería de arranque) y un grupo de baterías para los consumidores.

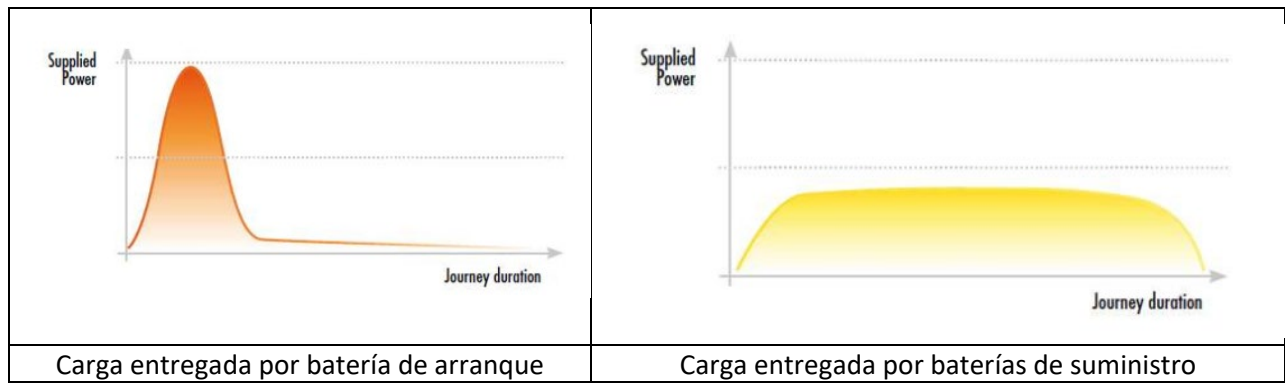


Tabla 29. Descarga de baterías por su tipología – Fuente: Vetus

Se debe considerar entonces el factor que influye el número de Peukert, que se establece con la siguiente modelización matemática:

$$C = I^n \cdot t$$

Lo que nos indica que por oxidación del plomo en el electrolito de la batería una parte de la carga es inaccesible hasta que se vuelva a cargar.

Ejemplo: A una batería de Plomo-ácido de 120 Ah con $P=1,2$ se le exige descargar 40A durante 20 min.

Según Peukert : $C_p = I^n \cdot t = 40^{1,2} \cdot 0,2 = 16,77\text{Ah}$ y sin tener en cuenta Peukert $C = I \cdot t = 40 \cdot 0,2 = 8\text{ Ah}$

Por lo tanto, de 120 Ah a pesar de haber utilizado de forma aparente 8, sería lógico que quedase una carga remanente en la batería de 116 Ah, pero Peukert nos dice que la carga que se ha extraído de la batería son 16,77 por lo que la carga real remanente es $120 - 16,77 = 103,33\text{Ah}$.

$C_p - C$ equivale a la capacidad inaccesible o desaprovechada, en este caso $16,77 - 8 = 8,77\text{ Ah}$

La particularidad del número de Peukert es que este se hace notable por las mismas propiedades de la función en una descarga brusca.

Comprobando lo mencionado con un ejemplo, con el mismo número de Peukert de 1,2 considerando una descarga de 0,9 A y 8h: $C_p = I^n \cdot t = 0,9^{1,2} \cdot 8 = 7,04$ y $C = I \cdot t = 0,9 \cdot 8 = 7,2$.

Por lo tanto, el efecto existe pero resulta más inapreciable para corrientes pequeñas. La batería de arranque está preparada (por su propia tipología) a funcionar correctamente bajo bruscas demandas de carga. Mientras que las baterías de servicio lo están para entregar un valor bajo de intensidad durante un tiempo prolongado.

Varían según función y fabricante, pero los voltajes más habituales para saber la carga almacenada en baterías Pb son:

- 13,8 V – Batería en carga
- 12,8 V – Batería cargada al 100%
- 12,2 V – Batería al 50%
- 12 V o inferior – Batería descargada

Se recomienda instalar una alarma de batería baja igualmente.

Las baterías disponen de varias alternativas de carga:

- Volante magnético del motor principal
- Cargador de baterías cuando se está conectado a puerto
- Energía renovable en navegación o cuando hace sol

Se descarta entonces instalar un generador a bordo ya que los consumos no lo justifican.

Para no notar la pérdida, se instala una cocina a gas y energías renovables.

Para saber el tiempo da carga, suponiendo que hemos consumido 80Ah y el cargador nos proporciona una intensidad X, el tiempo requerido será $t = \frac{C}{I}$ siendo C la capacidad gastada, I la corriente en Amperios y t el tiempo en horas.

Energía renovable

El propósito de la energía renovable es no verse obligado a arrancar el motor con frecuencia, en especial en largas travesías. El quedarse sin batería puede suponer un problema para la maniobrabilidad de la embarcación, y a su vez, de seguridad y confort.

Como energía renovable en la consideración de este Proyecto los socios tenían en menten las placas solares.

La tipología elegida de estas son las de células amorfas, debido a que mientras es verdad que su rendimiento es menor (por lo tanto entregan menos energía) presentan unas cualidades de agrado y aplicabilidad en el Halve Maan, que son:

- paneles flexibles
- menor coste
- su rendimiento no disminuye tanto por sombras como otros tipos

Siendo el factor más importante el tercero, ya que por factor estético se decide no instalar ningún toldo de placas solares en popa (se va a usar una segunda energía renovable) por lo que esta se instala cuando haga falta encima de la superestructura.



Figura 54. Placa solar amorfa encima de un toldo – Fuente: capaenergy

Para calcular la energía capaz de generar de la placa se usa como ejemplo la MX FLEX PROTECT 100 W.

Potencia	100 W
Voltaje a la Potencia máx.	19,8 V
Voltaje en circuito abierto	23,4V
Intensidad a potencia máxima	5,05A
Peso	1,7kg

Tabla 30. Ficha técnica de la placa solar MX FLEX – Fuente: capenergy

Lo primero que salta a la vista es que no llega al voltaje de baterías. Se puede usar igualmente debido a que se instala con el controlador solar SRNE PWM 24V 10A, que ofrece protección contra sobrecarga, contra subtensión, contra sobrecorriente y contra cortocircuitos.

Se usa la ecuación:

$$E_{panel} = I * V * HSP * \eta$$

Siendo E = Energía en Watts

V = voltaje de pico en Voltios

HSP = Horas Sol Pico

η = rendimiento

Así queda que $E = 19,8 * 5,05 * 0,21 * 4 = 91,47W$

Esto equivale para la batería a $C[Ah] = I * t = \left(\frac{P}{V}\right) * t = \left(\frac{91,47}{24}\right) * 5 = 19,05Ah$

Considerando dos placas, en un día soleado se obtiene 38,1 Ah.

Se conectarán las placas siguiendo el esquema de la Figura 55.

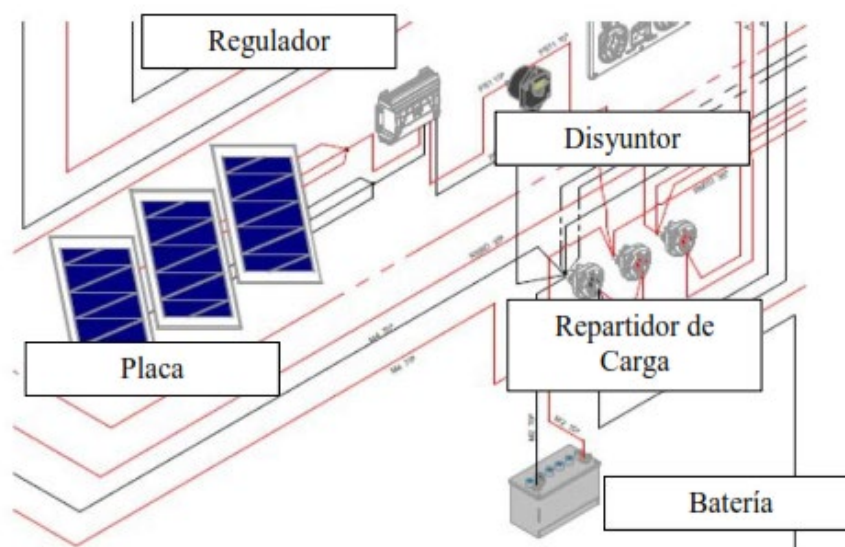


Figura 55. Esquema placas solares – Fuente: Lagoon LG4SB

La disposición del esquema multifilar es:

Placa – Regulador – Disyuntor – Repartidor de carga – Banco de baterías – Consumidores

Regulador: Controla la intensidad de carga a las baterías para alargar su vida y evitando averías.

Repartidor de carga: Elemento electrónico encargado de cargar las baterías de forma óptima para evitar descargar solo una porción del banco creando tensiones entre baterías.

La instalación de más placas solares se descarta directamente. Recordando que la idea del proyecto es un barco con estética antigua, conservando lo antiguo que es, y aplicando tecnología más actual en cuando sea necesario como objetivo. Con esta definición puede parecer válido instalar placas solares a popa del barco con una estructura, pero esta decisión afectaría enormemente a la estética, motivo por el cual también se descartan los aerogeneradores.

Entonces, la otra fuente de energía renovable es un hidrogenerador.

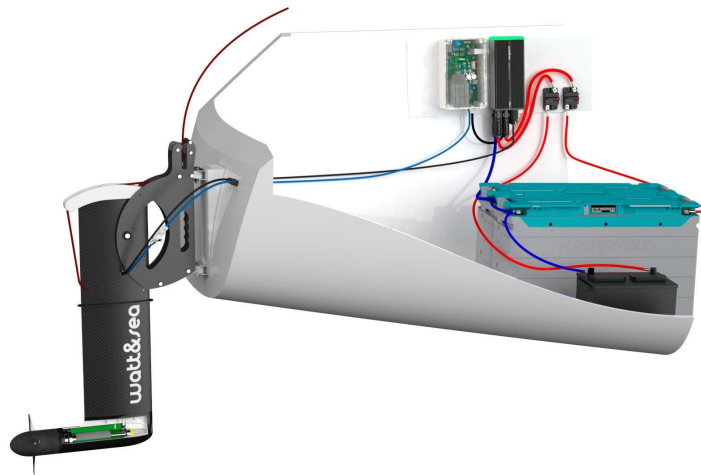


Figura 56. Hidrogenerador – Fuente Wattandsea

El hidrogenerador es una especie de timón abatible de formas hidrodinámicas con un propulsor que no entrega energía al fluido, sino que lo recibe del fluido, generando electricidad en este intercambio.

Entonces la energía captada es $E = \frac{1}{2} \rho v^2 \dot{m}$ sin tener en cuenta pérdidas. Se considera el flujo másico en la conservación de la energía en un fluido líquido, por lo tanto su generación baja drásticamente con la velocidad ya que depende cuadráticamente de ella.

Como lo que puede recibir o captar el hidrogenerador y el rendimiento interno que tiene al transformar el movimiento a energía eléctrica se toman los valores aportados por el fabricante. Se toma como modelo a comprar el Cruising 600, de 8,2kg.

Producción con 5 nudos	120W con hélice de 280mm
Velocidad máxima en uso	15 nudos
Potencia máxima	600W
Baterías compatibles	Plomo y Litio

Tabla 31. Ficha técnica hidrogenerador – Fuente: Wattandsea

El esquema a seguir con el circuito es:

Hidrogenerador – Convertidor – Disyuntor – Repartidor de carga – banco de baterías – consumidores

A partir del disyuntor comparte circuito con las placas solares (el propio disyuntor evita que el hidrogenerador cargue las baterías y viceversa. A su percepción, es una corriente generada más).

Suponiendo que el rendimiento de transformación del convertidor a 24V es del 90% y que el hidrogenerador recibe un fluido colindante de 5 nudos durante 6 horas al día, queda la expresión:

$$C[Ah] = \left(\frac{P}{V}\right) * t * \eta = \left(\frac{100}{24}\right) * 5 * 0.9 = 18,75 A$$

Dado que es seguro (por las formas y la curva de potencia obtenida en el Apartado 2.2 Modelo 3D Estabilidad y Resistencia al Avance) que la embarcación no va a pasar de 15 nudos, se decide instalar el modelo Watt&Sea POD 600, que es el mismo pero está especialmente diseñado para combatir faltas de espacio o razones estéticas.

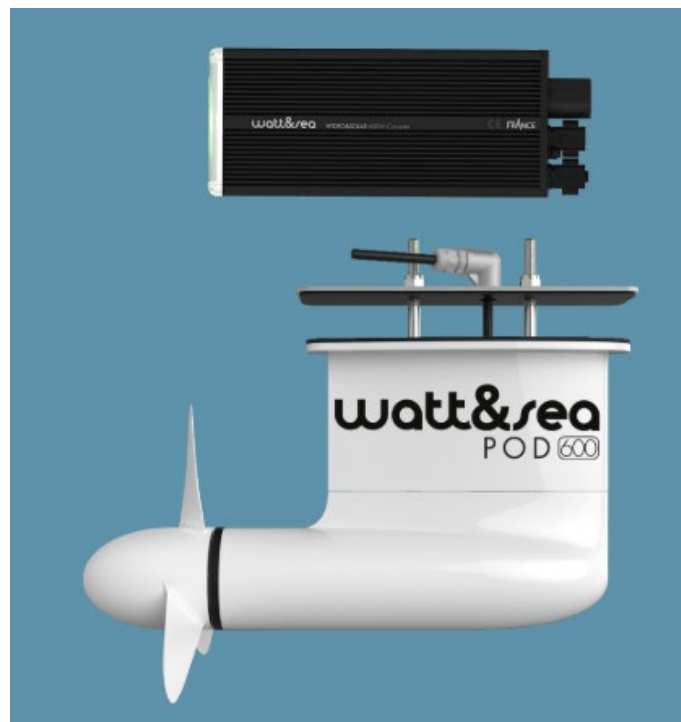


Figura 57. Hidrogenerador - Fuente wattandsea

Por lo tanto con la instalación de dos modelos POD se obtiene una carga diaria de 37,5Ah, que con el barco en movimiento durante 12h se incrementa a 75Ah. Sumando la energía de las placas solares:

Energía generada en un día soleado con el barco a 5kn durante 12h = 94,05 Ah

Energía generada durante un día nublado con el barco a 5kn durante 6h = 37,05 Ah

Se concluye que con esta instalación de energías renovables es suficiente para incrementar (o extinguir) la necesidad de arrancar el motor para cargar baterías diariamente.

Esquema corriente continua

Se diseña el esquema de corriente continua teniendo en cuenta aspectos de funcionalidad y normalización (así como un diseño lógico para el uso que va a tener al barco). Se toma como referencia la norma ISO 8846:1990 de Embarcaciones de recreo. Equipos eléctricos. Protección contra la inflamación de los ambientes gaseosos inflamables. Quedando el siguiente esquema, trazado en el plano Anexo 12:

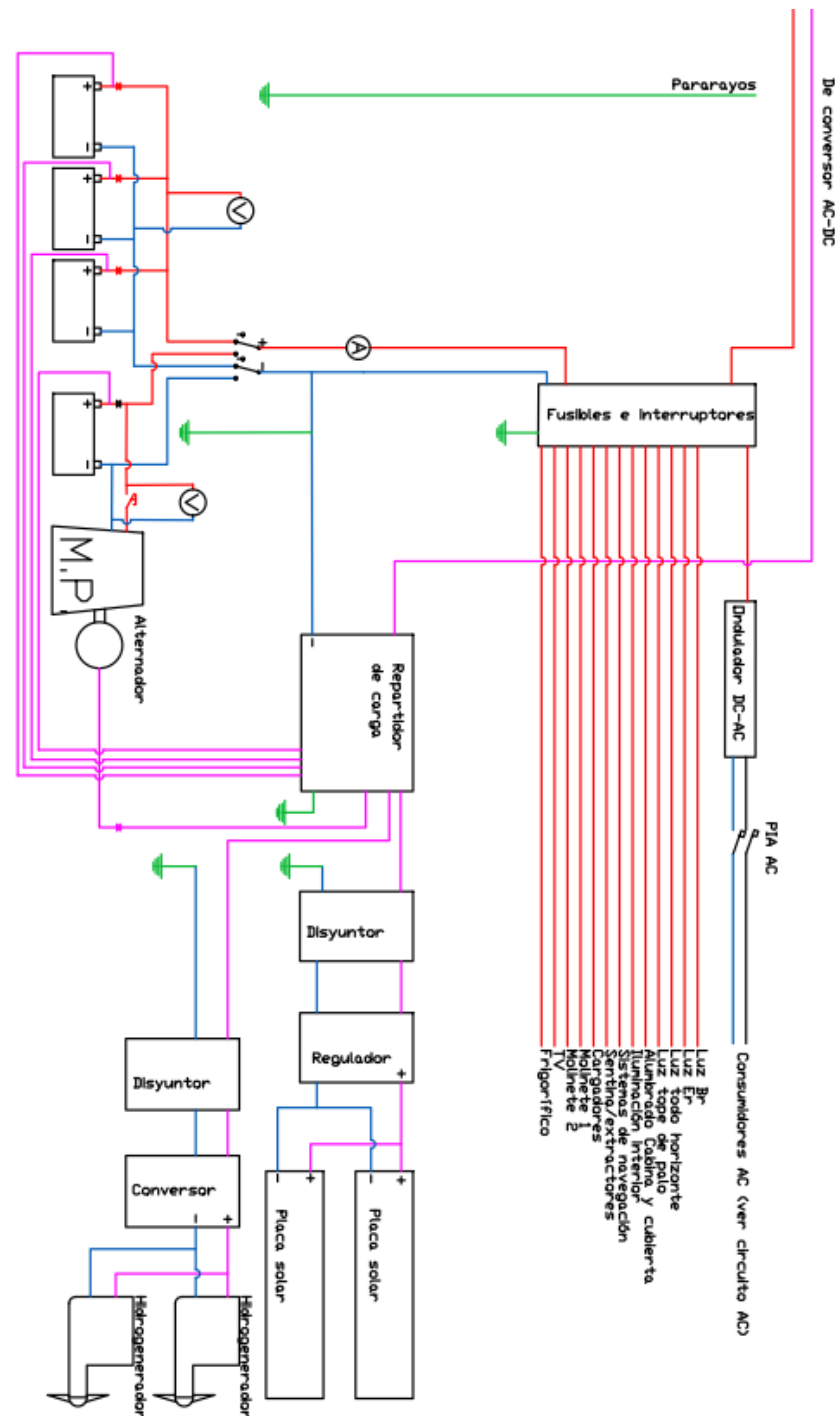


Figura 58. Esquema CC – Fuente Anexo 12

En el siguiente esquema se entiende que el conversor, regulador y disyuntores de las energías renovables ya disponen en su circuito interno de diodos para evitar contracorrientes.

Todos los caminos de cargar las baterías salen del repartidor de carga, teniendo este la función de alimentar la batería que calcule conveniente.

Las baterías deben cumplir el RD 1185/2006 (que en esencia dice que tengan marcado UE, estén cargadas y funcionen correctamente. Es motivo de defecto en inspecciones el estado de descarga de estas).

Para usar corriente continua, existe un interruptor de levas rotativo con tres estados, que son:

- Banco de baterías principal
- Batería de emergencia (la del motor)
- Sin usar baterías



Figura 59. Interruptor rotativo de tres estados – Fuente: Omron

El banco de baterías principal se usa en situaciones normales de navegación. Si por algún motivo hubiese una avería en las tres baterías de servicio quedaría la batería de arranque del motor.

Todas van izadas por encima del nivel de la línea de agua.

No se usan baterías cuando se está conectado a puerto y se elija usar la corriente continua del rectificador (ver esquema corriente alterna).

La toma de tierra es una placa especial en el casco cuya función es que la diferencia de potencial con tierra sea 0, evitando cargar la masa de la red.



Figura 60. Placa de toma de tierra a bordo – Fuente: Balearia

Un voltímetro y un amperímetro están conectados a la salida de baterías a panel de interruptores y fusibles para saber cuánto se está consumiendo a tiempo real, y qué capacidad queda en las baterías.

El cuadro de interruptores y fusibles es desde donde se activan líneas y consumidores. Entonces una luz como la de tope de palo es activada desde ahí directamente, y otros consumidores como luces de cabina tendrán interruptores secundarios en los propios mamparos pero se puede desactivar la línea y esta va a estar protegida por un fusible.

Si la situación lo requiere (por el uso de algún electrodoméstico especial, por ejemplo) se instala un ondulador o *inverter* que alimenta la línea de corriente alterna (incluyendo enchufes) ya que se asume que su uso va a ser muy esporádico. Su potencia entregada sin embargo es limitada a 3000W (modelo BELTTT3000).

Esta sub-red al ser de corriente alterna se protege con un magnetotérmico contra cortocircuitos y sobretensiones.

Se decide instalar un pararrayos, para el aprovechamiento de haber instalado una toma de tierra. Sería un final demasiado inconcebible que al barco después de más de cien años y dos hundimientos le cayese un rayo, por lo que al ser el casco metálico tiene más posibilidades. Otro factor considerado es la seguridad.

La electricidad tiende a tomar el camino menos resistivo en su trayectoria. En medio del mar, el punto más alto es siempre el barco a no ser que existan olas más altas que este. Debido a la ionización del aire previa al rayo, aparece un fenómeno visible llamado Fuego de San Telmo. Se recomienda no tener que verlo, ya que la caída del rayo es inminente en cuando se avista.

Los tripulantes dentro del barco no experimentarían dolor o heridas debido a otro fenómeno llamado jaula de Faraday (en donde por anulación de campos eléctricos vectoriales no les atravesaría por sus cuerpos la corriente). Aún así se recomienda estar seco y alejado de los soportes de los mástiles.

El pararrayos va conectado directo a la toma de tierra para que la descarga pase por el cable y no dañe los mástiles y la embarcación, evitando así una situación peligrosa.

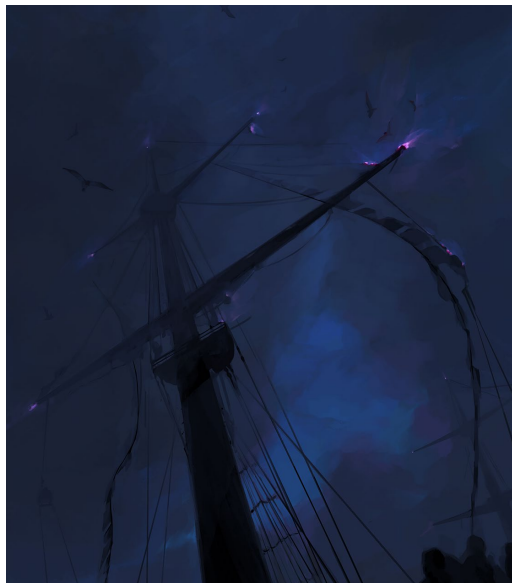


Figura 61. Fuego de San Telmo – Fuente: Pinterest

Corriente alterna

Este circuito funciona en estancia a puerto. Se asume entonces que el consumo es “ilimitado”, basándonos entonces en el diseño de un sistema seguro y práctico.

Esquema corriente alterna

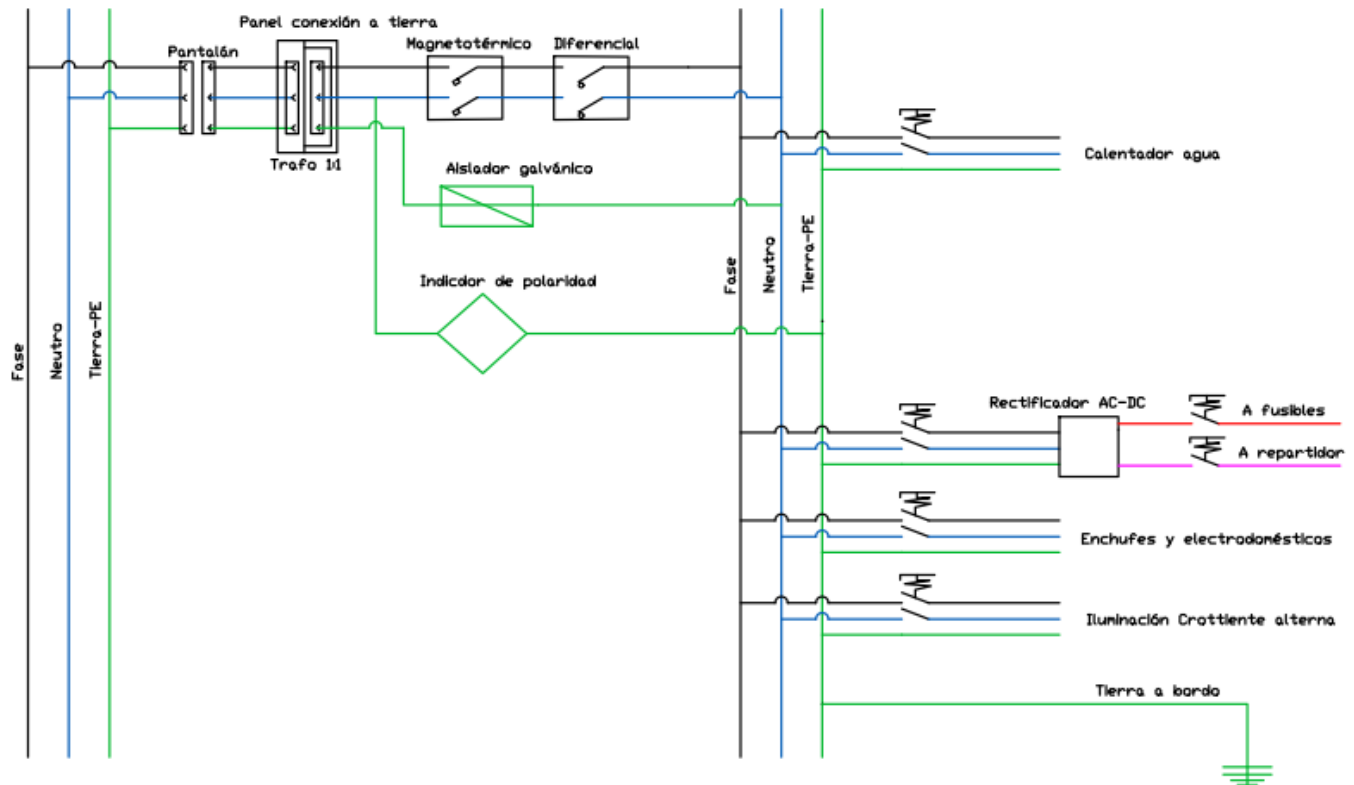


Figura 62. Esquema de corriente alterna – Fuente: Anexo 14

Este esquema empieza en el pantalán de puerto, en donde se puede establecer conexión con un enchufe normalizado que dispone el barco. La conexión no es directa, sino que pasa por un transformador 1:1 como sistema de seguridad. De este modo, si existe un cruce en el barco, no se cortocircuita el puerto entero debido a que no existe contacto real entre las dos fases previas al transformador. El conector debe ser estanco y de acuerdo a la normativa mencionada al principio de este apartado.

Una vez a bordo, la ventaja de la corriente alterna es que ofrece mejor protección ya que es posible que funcionen magnetotérmicos y diferenciales debido a sus propiedades físicas como onda sinusoidal aplicadas a la ley de Lorentz. En corriente continua esto no es posible debido a que no existe inducción electromagnética. Por eso no hay transformadores de corriente continua, se ha adaptado la red entera a los 24V que genera el motor principal.

Se incluyen un magnetotérmico general y un diferencial en serie.

Como los consumidores de corriente alterna son luces, elementos electrónicos en general, cocina, lavadora..., se elige un tipo de curva de disparo B debido a que ningún consumidor es un potente motor

eléctrico alterno. Esto brinda una mayor protección a la red, ya que curvas de disparo con más tiempo de retraso en activación se consideran para posibilitar el arranque de motores eléctricos, puesto que estos pueden llegar a consumir 6 veces su intensidad nominal en arranque durante pocos segundos.

El aislador galvánico no es obligatorio pero es una opción a considerar dado el material del casco. Su función es interrumpir cualquier corriente galvánica entre el barco y el puerto, aislando problemas del pantalán u otros barcos y reduciendo el consumo de ánodos de sacrificio.

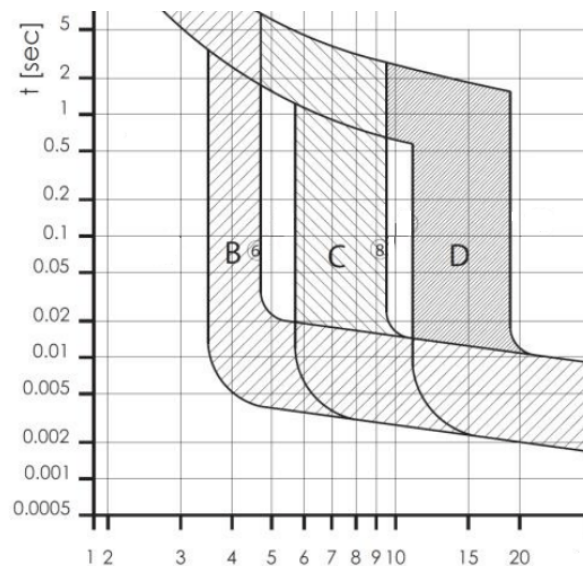


Figura 63. Curvas de disparo fuente – Siemens

Las curvas de disparo de tipos superiores (como la D) son debidas a que se conciben para el arranque de motores trifásicos, que pueden hasta sextuplicar su intensidad en arranque. Por ello un motor de 2.5 A de consumo nominal con una curva tipo B no arrancarían nunca. Viendo la gráfica deducimos que 0.005s no es suficiente para que arranque, se necesitan unos 2s (consultar con fabricante). Por ello se dimensionaría una curva tipo D, en donde el motor arranca y está protegido en su funcionamiento.

Al carecer de este tipo de consumidores a bordo, dimensionando un magnetotérmico de 25 A y tipo B se está más protegidos al ser más rápida la activación de esta.

El diferencial protege de cambios bruscos de consumo eléctrico, siendo sensibles a esto y desconectando el circuito en cuando detecte alguno. No suele instalarse en embarcaciones de recreo pero dada la magnitud del volumen del barco y el precio e instalación de uno, se decide instalar en el cuadro eléctrico.

El indicador de polaridad indica si existe diferencia de potencial entre neutro y tierra. Posibles causantes de ello son algún cortocircuito, desconexión de algún elemento o mal estado de la placa de tierra del casco. Este elemento es importante para tener la información de que existe una reparación inminente, ya que la mayoría de incendios en embarcaciones de recreo son de origen eléctrico.

Como consumidores existen diferentes líneas que pueden ser activadas y desactivadas por telerruptores ya que eso no solo permite un mayor control de la instalación sino que a un cortocircuito dado no se anula toda la red.

Que funcione el calentador de agua es opcional, puesto que el consumo de un modelo Bosch Tronic 6000ES de 40litros es de 1200W. Se puede usar mediante el ondulator, pero no se recomienda por la descarga que supone a las baterías.

El rectificador tiene como opciones activar y desactivar las dos salidas que son:

- A cargador de baterías
- A panel de fusibles e interruptores

Esto se posibilita con el fin de alimentar los consumidores de corriente continua (como bombas) sin requerir pasar por las baterías, pudiendo desconectar estas con el interruptor rotativo de levas para alargar su vida útil reduciendo sus horas de trabajo.

En puerto entonces también se puede usar el horno, lavadora, y otros electrodomésticos de gran consumo que hacen que se pueda pasar largos períodos a bordo sin echar de menos ningún servicio de los que habitualmente dispone una casa.

Dimensionado del cableado

Para instalar el sistema eléctrico sustituyendo el antiguo, uno de los principales factores a tener en cuenta es el cálculo de la sección de este para que cumpla su cometido. Se toma como referencia la norma UNE 20460-5-523 y la IEC 61363-1, así como recomendaciones de la Bureau Veritas.

Para poder realizar un cálculo de ello, se requieren los siguientes datos:

-Intensidad máxima admisible: cantidad máxima de Amperios que puede soportar un cable. Al pasar corriente por el cable, debido al Efecto Joule este se calentará, llegando a fundir el revestimiento u originar un incendio.

AWG	mm ²
18	0.75
17	1.0
16	1.5
14	2.5
12	4.0
10	6.0
8	10
6	16
4	25
2	35
1	50
1/0	55
2/0	70
3/0	95

Tabla 32. Comparativa American Gauge System con unidades del SI – Fuente: refit-dm.blogspot

-Caída de tensión máxima: Es la diferencia de potencial respecto tierra de los dos extremos del conductor. En el análisis actual es del cable eléctrico. Al aplicar un determinado voltaje en un extremo existirá una caída del valor hasta el final del cable.

-Resistividad del material del cable: Esta propiedad del conductor es la que lo relaciona su área y sección con su resistencia equivalente. Se mide en $\frac{\Omega m}{m^2}$, y se tomará el valor de la resistividad del Cobre a 50 grados °C, ya que esta aumenta con la temperatura.

-Longitud desde fuente hasta consumidor

-Sección del cable S: este va a ser el valor que se va a dimensionar a partir de todos los otros.

ΔV : caída de voltaje, en Voltios

V: Voltaje de red

P: Potencia activa (red alterna) o simplemente potencia (Corriente Continua) en Watt.

Para efectuar el cálculo tenemos que conocer las ecuaciones que relacionan estos parámetros, que son:

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ Resistencia de un conductor}$$

$$S = \pi r^2 \text{ Relación de la sección con el radio (para el cable)}$$

$$S = c1 \cdot c2 \text{ Sección de un rectángulo (para el embarrado)}$$

$$\Delta V = \frac{2\rho LP}{VS} \text{ Caída de tensión para red monofásica alterna}$$

$$\Delta V = \frac{2\rho LI}{S} \text{ Caída de tensión para red de corriente continua}$$

Conociendo que la resistividad del cobre disminuye con la temperatura y aumenta con ella de forma más o menos lineal, se busca el valor a 60°C, que es:

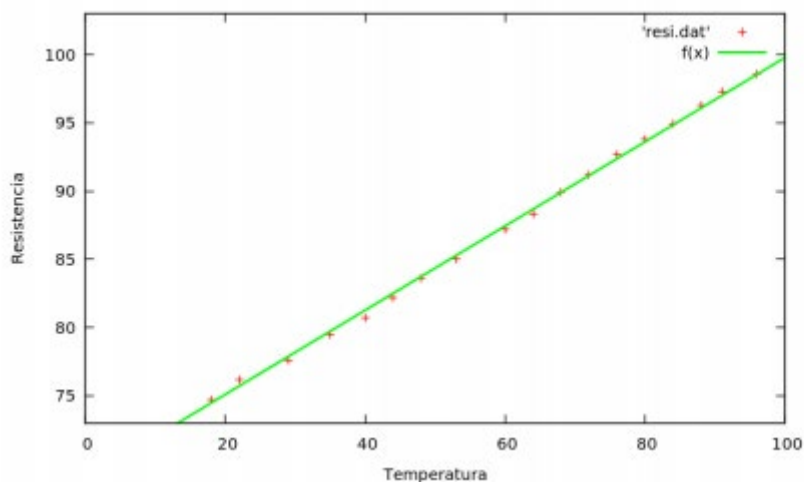


Figura 64. Ejemplo variación resistencia en un cable de cobre – Fuente: fisimat

La norma UNE 20003 (IEC 28) (Cobre-tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas) recoge los siguientes valores:

Pto. 4.11: Resistividad del cobre-tipo recocido a 20°C:

$$\rho_{Cu20} = 1/58 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \text{ (en lugar del popular valor } 1/56 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$$

Pto. 4.14: Coeficiente de variación con la temperatura de la resistencia a 20°C:

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \, ^\circ\text{C}^{-1}$$

Por lo que la fórmula para cálculo de la resistividad de un conductor de cobre a cualquier temperatura T es:

$$\rho_{CuT} = \rho_{Cu20} \cdot (1 + \alpha_{Cu} \cdot (T - 20)) \rightarrow \rho_{CuT} = 1/58 \times (1 + 0,00393 \times (T - 20))$$

Por tanto, el valor de la conductividad de los conductores de cobre a 20°C, cuyo valor es el inverso de la resistividad, es $\gamma_{Cu20} = 58 \, \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ y no $56 \, \text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ valor que se corresponde con una temperatura de 29,1°C.

Operando para conocer la resistividad a 60°C resulta:

$$\begin{aligned} \rho_{CuT} &= \rho_{Cu20} \cdot (1 + 0,00393 \, ^\circ\text{C}^{-1} \cdot (60 - 20)) \\ \rho_{CuT} &= 0.019951 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

El Bureau Veritas recomienda una caída de tensión máxima del 3% en alumbrado y 5% en motores y bombas.

Por lo tanto, formulando un ejemplo práctico en corriente continua se obtiene:

$$S = \frac{2\rho LI}{\Delta V}, \text{ siendo } S = \pi r^2, \text{ entonces } r = \sqrt{\frac{2\rho LI}{\pi \cdot \Delta V}} \text{ por lo que:}$$

$$\text{Caída máxima de } 3\% = 0.03 \cdot 24 = 0,72\text{V}$$

Intensidad = 1A

Longitud del cable: 20m

El radio mínimo del cable es $r = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.019951 \cdot 20 \cdot 1}{\pi \cdot 0.72}}$ $r = \sqrt{\frac{2\rho LI}{\pi \cdot \Delta V}} = 0.59\text{mm}$ de radio, ergo 1,18mm de diámetro.

Se observa que aplicando el mismo caso en un consumidor de 62 A el diámetro del cable es de 9,35mm

Por el motivo de la variación de la sección de forma lineal con la distancia y de forma cuadrática con la sección, se sitúan los consumidores principales (calentador de agua, cocina, bombas...) cerca del panel de fusibles.

El cálculo de cada cable es unitario y propio. Para no sobredimensionar la red en el diseño se tiene en cuenta para que se dimensione con cable de pequeño diámetro redes de poco consumo (como luces) mientras que las de cableado pesado tienen su único cable. Se consigue así un ahorro en peso y precio.

Al obtenerse la sección se obtiene la mínima. Se aplica el diámetro normalizado inmediatamente superior y, si los socios lo desean, aplicar un factor de seguridad.

Para obtener la corriente de cortocircuito y saber si cumple normativa, se toma como referencia la norma IEC 61363-1. Aunque según la curva de disparo del magnetotérmico y el diferencial, en estas condiciones el cable no debería estar más de 2s en condiciones de cortocircuito, minimizando el desgaste de este por sobrecalentamiento.

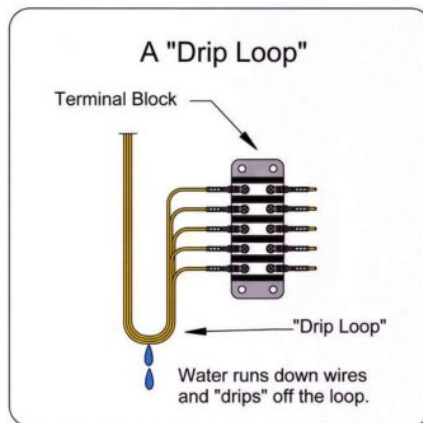


Figura 65.- Drip Loop – Fuente: Volvo Penta

No se presenta en este TFG el cálculo de cada cable por no sobredimensionarlo, pero se presentan los criterios evaluados.

2.6 Sistema de combustible

El sistema de combustible engloba el embarque del mismo, su almacenamiento, filtraje a bordo y uso.

Para el diseño del mismo se usa la norma UNE-EN-ISO 10088:2017, Sistemas de combustible Instalados de forma permanente, debido a que por instalación fija y por volumen de carga el depósito es fijo en la instalación. Por lo tanto, también se tiene en cuenta la norma UNE-EN-ISO 21487:2019, Depósitos de gasolina y diesel instalados de forma permanente.

Con la normativa se dictaminan los tipos de material a usar y las condiciones en que debe funcionar el sistema respecto a presión, vibraciones, choques, corrosión y movimientos, como también el rango de temperaturas entre los que debe asegurar su operatividad sin fallos ni fugas (-10°C y 80°C).

Al ser el combustible diesel, no requiere de una instalación de ventilación forzada, por lo tanto se usa ventilación natural en el alojamiento del motor (y así se prescinde de instalación eléctrica en la misma).

Los únicos orificios de extracción en el sistema solo pueden ser los filtros de diesel, destinados únicamente al mantenimiento o sustitución.

Debido a que la instalación es un motor terrestre marinizado, este ya dispone de un filtro enroscable de diesel. No obstante, debido a la humedad que hay en el mar se decide instalar otro filtro de tipo centrífugo en serie por motivos de mantenimiento y para una mayor durabilidad del motor. Esto apenas influye en el precio pero es preciso diseñarlo previo a la obra.



Figura 66. Motor marino con filtro centrífugo en serie de filtro enroscable – Fuente: boats.com

Las mangueras que se observan son todas ISO 78401, de recubrimiento interno de goma de nitrilo o NBR y exterior de neopreno o cloroneopreno CR que permite la capacidad de soportar temperaturas altas (-30 a 100 °C) y resistencia al fuego. Las mangueras de trasvase también tienen un alma en espiral.

El sistema carece de bomba de combustible debido a la construcción del motor. Al ser este un DAF PAC-CAR 160kW del 1998 en su construcción como motor Diesel de camión este aspira por construcción el Diesel en el tiempo de Admisión.

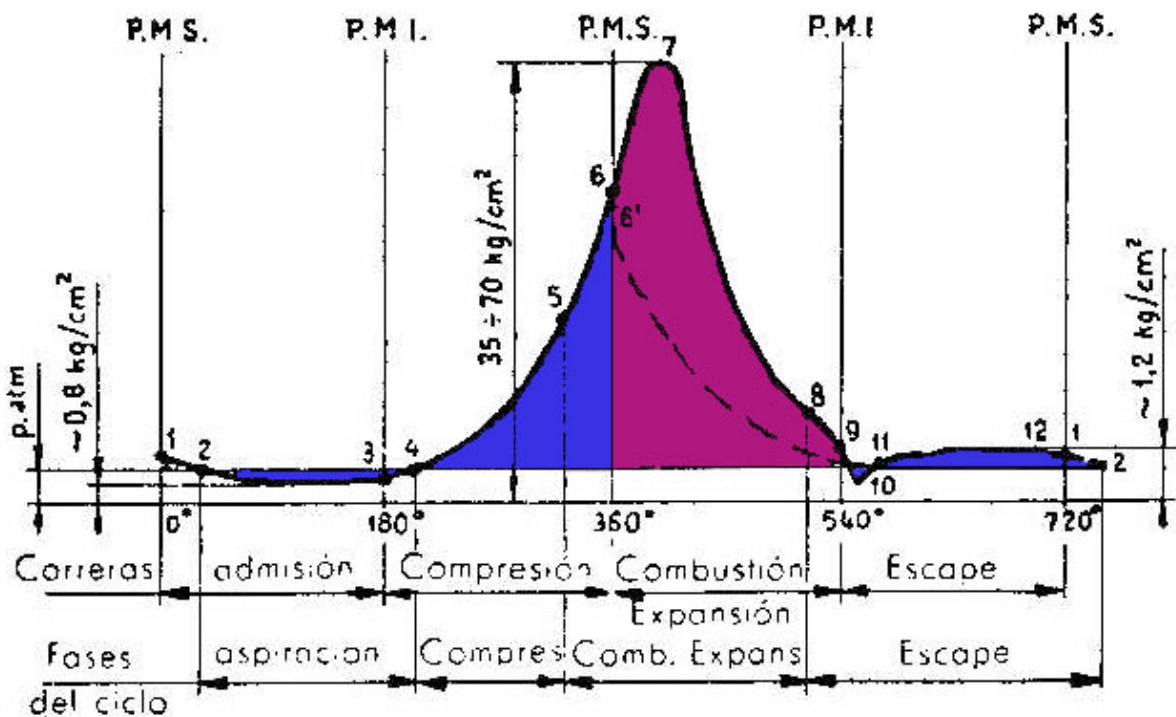


Figura 67. Diagrama de presiones ciclo Diesel – Fuente: Claudio Mataix

Si bien en la aplicación original del motor este no tenía dos filtros en serie, hecho que puede provocar unas pérdidas de carga considerables que repercutan en la relación de compresión aire-combustible del mismo se anulan con otro factor. Se concluye que en la aplicación original el depósito quedaba por debajo del punto de admisión del distribuidor de admisión. Por otra parte, la admisión del motor en el Halve Maan está situado 1m por debajo del depósito de combustible. Por lo que la energía potencial de flujo másico \dot{m} de diesel es superior a las pérdidas de carga en filtros dadas por el fabricante. En consecuencia, se justifica la no instalación de una bomba.

Se insiste en el hecho de que la bomba que se omite es la de baja presión, las bombas de alta presión o inyectores están contruidos sobre el propio motor, siendo estos del tipo precámara con inyector.

La ubicación del tanque está a un nivel inferior que la toma de combustible, ubicándose en cubierta, por lo que tampoco se requiere una bomba de trasvase para embarcar combustible.

El esquema de combustible queda, según el Anexo 13:

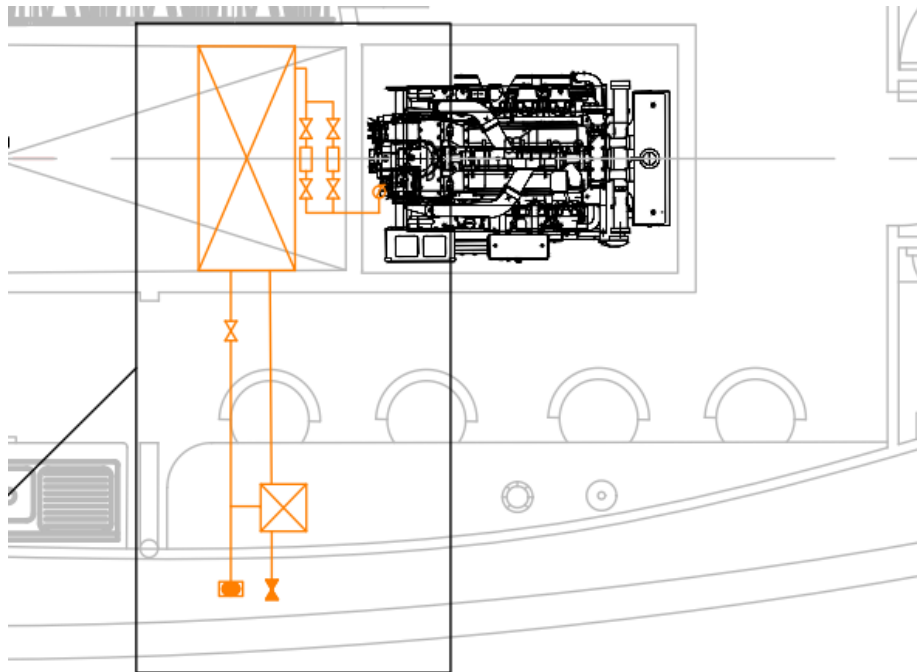


Figura 68. Servicio de combustible – Fuente: Anexo 13

Como se aprecia en la distribución elegida, la entrada de combustible desde cubierta tiene un sistema de rebosadero para evitar derrames. Su funcionamiento consiste en que si se produce un rebose, lo absorbe el tanque de reboses (de 2 litros) y así se inserta en el tanque en cuanto haya espacio. La misma línea de rebose desde el tanque sirve como aireación, por lo que se coloca un filtro de carbón activo en la cubierta para evitar olores a combustible.

Desde el tanque de diesel hay una extracción al motor, pasando por dos filtros centrífugos en paralelo, teniendo siempre uno como respeto. El agua o polvo en el motor son una fuente de averías a tener en cuenta, y considerando que el motor ha estado rectificado de levas, camisas y aros, así como cojinetes de bancada, se intenta evitar que procesen partículas de polvo o agua para que no pierda la compresión ganada en la rectificación.

El tanque de combustible es de acero inoxidable AISI 316, dadas sus dimensiones y la facilidad que este ofrece para soldar soportes a medida.



Figura 69. Tapón de combustible de cubierta – Fuente: [electronicanauticabalear](http://electronicanauticabalear.com)

Las mangueras de trasvase son de NBR y exterior de goma de neopreno o cloropreno que le permite la capacidad de soportar altas temperaturas (-30°C a $+100^{\circ}\text{C}$) y resistencia al fuego según ISO 78401.

2.7 Agua dulce

El término agua potable hace referencia al agua destinada al consumo humano. Esto incluye el agua que se usa para beber o cocinar.

El agua no potable, si se utiliza en el barco, tiene que cargarse y distribuirse a través de un sistema de tuberías completamente diferente. Esta tipología puede ser usada para ducharse o lavar la ropa, entre otros.

Este sistema de tuberías debe identificarse con un color distinto de codificación según las normas internacionales vigentes (UNE-EN-ISO 14726).

En el caso del Halve Maan, se dimensiona un tanque de agua dulce con su correspondiente circuitería, destinándose este con el único propósito de embarcar agua potable. Aunque se deja a criterio de armador si usarlo como tanque de agua dulce o de agua potable, se diseña para que su distribución a bordo sea apta para consumo humano.

Se diseña un único tanque de 1340l litros de agua. Se posibilita que este reciba tratamientos químicos por una tapa superior al tanque (como Hipoclorito de sodio o lejía). Lo que se quiere especificar es que es conocido que en embarcaciones de recreo es común usar el agua dulce para sus consumidores (duchas, cocinas, etc.) pero no para el consumo humano. Por eso, se habilita el sistema con tuberías de CuPb5SnZn5 según ISO 15748-1 punto 11.5 para asegurar y posibilitar la higienización del sistema, para el cual con las bombas se habilitan circuitos de retorno tanto en agua dulce fría como en agua dulce caliente para usar detergentes en el sistema en continuo bombeo y después extraer el agua sucia del barco.

Según la norma, el material definido puede usarse y considerarse seguro con respecto a las consideraciones sanitarias y resistencia a la corrosión. Sólo se pueden utilizar otros materiales si son de una cali-

dad idéntica o superior a los que ofrece la norma, hecho que deberá justificarse (por lo que es más fácil simplemente cumplir con la normativa).

Según el artículo 12 de a ISO 15748-1, las bombas debe estar provistas de sistemas antirretorno en forma de válvulas para que el agua no vuelva al tanque. Sólo se pueden utilizar dispositivos que tengan la etiqueta de haber sido ensayados por la autoridad nacional que deba aprobarlos (cuando sea aplicable).

El plano completo del sistema se presenta como Anexo 15, del cual se adjunta la Figura 70:

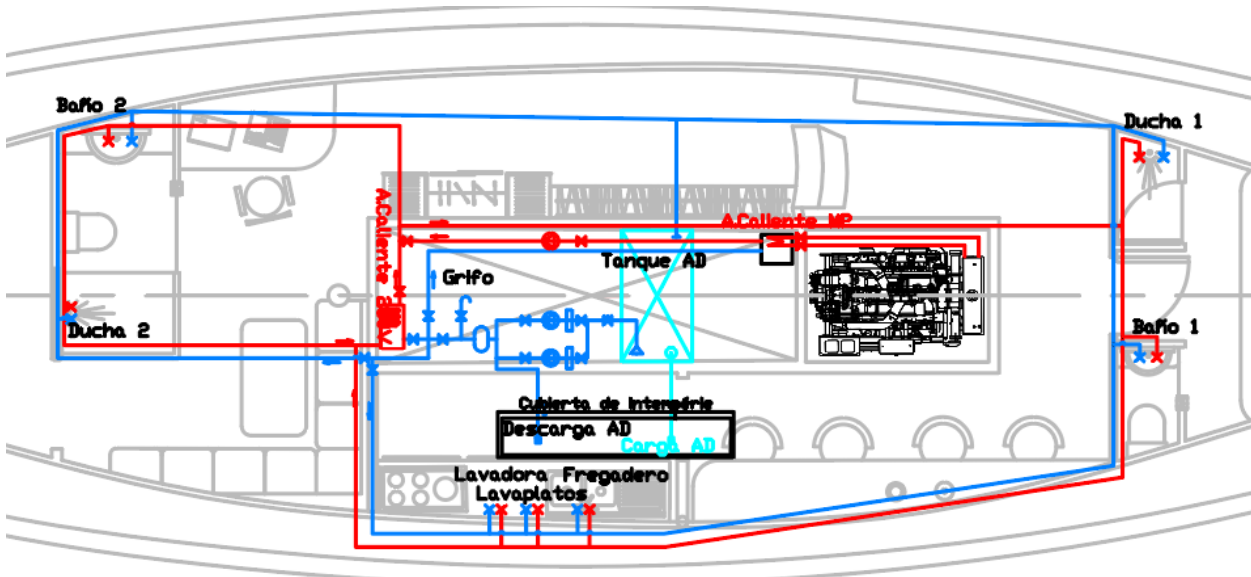


Figura 70. Esquema Agua dulce – Fuente: Anexo 15

—	Agua dulce fría
—	Agua dulce caliente
—	Toma de Tanque AD

Elemento	Descripción
	Calderín de Presión
	Válvula de paso
	Bomba de agua
	Conexión a manguera
	Carga de AD
	Filtro de partículas

Figura 71. Leyenda plano AD – Fuente: Anexo 15

El esquema se ha creado teniendo en cuenta el punto de vista ingenieril y el punto de vista técnico.

Se habilitan dos líneas principales de distribución en el barco, que son:

- 1- Cocina, ducha de proa, baño de proa.
- 2- Baño de popa

Se distingue una manguera de carga al depósito de AD y una de descarga. Esto es debido a que se pretende evitar cualquier contaminación al introducir agua nueva en el circuito.

Se decide esta distribución ya que de esta manera ante la avería o reparación de una de las líneas queda otro baño en uso.

Se instalan dos bombas que trasiegan el agua fría desde el tanque hasta los consumidores, siendo solo necesaria una, la otra es un respeto. Estas dos bombas están equipadas con un filtro de partículas y un calderín común de presión que actúa como tanque hidróforo.

A continuación, de cada bomba se instala un manómetro en serie para detectar averías o cuando sea requerido purgar el sistema.

Al carecer la embarcación de servicio de aire comprimido, para garantizar un flujo constante sin bajadas y subidas de presión repentinas en el circuito, se instala el calderín, que dispone de aire comprimido en el interior que introducimos con un pitorro con el mismo hinchador como el que tiene una bicicleta para sus ruedas.



Figura 72. Calderín y válvula de presión – Fuente: Fondear.org

Existe un grifo en la sala de fusibles y tanques, para tener agua directamente en la sala por si procediese por temas de mantenimiento o baldeo.

Para el agua caliente, dos de los consumidores de agua a temperatura ambiente son un Termo de 230V (que se usará cuando el barco esté conectado a puerto o cuando se necesite en navegación, en cuyo caso será requerido encender el *inverter* 24V-230V) o un calentador de agua que funciona con el calor disipado del motor principal.

Usar un calentador u otro dependerá de haberlo habilitado con el esquema de válvulas (cuando esté en desuso se desactiva). La red de agua caliente tiene su propia bomba, y no se instala calderín porque con las variaciones térmicas este no funcionaría debidamente. Por lo que en uso de agua caliente, va a funcionar imperativamente la bomba. Este circuito también dispone de opción de recirculación del agua, hecho que evita estancaciones (con el peligro para la vida humana que esto conlleva) y limpiezas con detergente y flujo continuo del sistema.

Para el dimensionamiento de estas tuberías se tiene en cuenta la norma de referencia ISO 15748-2:2003. Cabe mencionar que se usa una velocidad de flujo de 1,4 m/s, según artículo 6 de la misma norma.

El esquema de cálculos empieza a partir de después de las bombas de agua fría y agua caliente, entendiendo que el Termo de 230V tiene su propia bomba. Para las tuberías anteriores a las que aparecen en el esquema, todas ellas son de DN25, ya que deben abastecer el circuito que se ha considerado.

No se han considerado los casos en los que todos los consumidores estén en funcionamiento y además se use el grifo de sala de valvulas y tanques, pues se asume que esto nunca pasará. Del mismo modo, se asume que jamás se usarán todos los consumidores a la vez que la manguera de cubierta.

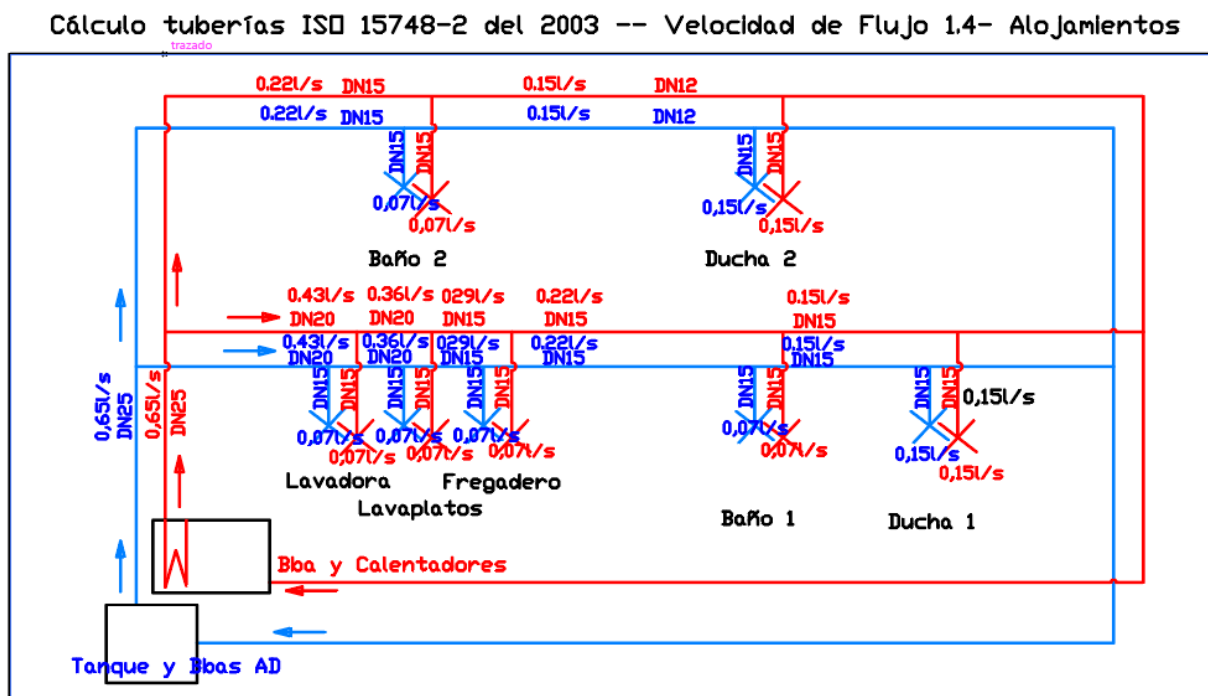


Figura 73. Esquema de dimensionamiento de tuberías – Fuente: Anexo 15

Los datos de l/s equivalen al V_R de la ISO ya mencionada o caudales punta, que obtienen para realizar el dimensionamiento. El sistema puede abastecer todos los consumidores que aparecen en el cálculo funcionando a la vez, aunque se considere improbable desde un punto de vista realista.

La contaminación se asocia con aprovisionamiento de agua contaminada, conexiones cruzadas entre agua potable y no potable, procedimientos inadecuados de carga, mal diseño y construcción de tanques de almacenamiento de agua potable y desinfección inadecuada. Por lo tanto, no existe en ningún punto conexión alguna cruzada para evitar este riesgo, y los métodos de higienización van a ser químicos debido al poco arqueo bruto de la embarcación (resulta inviable instalar más maquinaria).



Figura 74. Calentador de agua del MP – Fuente: Beneteau Oceanis

Todas las bombas van provistas de un sensor de presión, y en detectar que baja de un valor determinado se encienden, por lo que estando desactivadas, estas nunca van a funcionar y estando activadas funcionan en detectar que baja la presión del sistema.

Los componentes presurizados deben poder soportar hasta 90°C y los dispositivos de servicio hasta 70°C por lo que se deben utilizar solo materiales y recubrimientos aprobados que resistan a 90°C (grifos solo 70°C) para poder llevar a cabo la desinfección térmica.

La ubicación de los tanques reúne las siguientes características:

- Situado con la base por encima de 60cm de la línea de flotación a plena carga.
- Sin acceso o apertura al mismo tanque sin desmontarlo.
- Aislamiento térmico del mamparo del motor para evitar que el agua suba nunca de 50° (en estas temperaturas ocurre la proliferación de vida bacteriana).
- Asegura el suministro de agua de 10 días sin necesidad de aprovisionamiento o producción de agua
- Apertura de mantenimiento instalada (registro) para la limpieza, reparación e inspección, en el lateral de los tanques.
- Los buques de arqueo bruto inferior a 400 estarán equipados, en la medida de lo posible, con instalaciones que permitan retener a bordo hidrocarburos o mezclas oleosas, o descargarlos a través de un equipo filtrador de hidrocarburos. En el caso del Halve, los desperdicios de su motor no van a sentina, sino a una bandeja debajo del local del motor para no contaminar el agua que pueda entrar en el barco.
- La brida de conexión de agua potable que asegura la unión con la tubería de otra embarcación o con una red de distribución terrestre según la norma I. S. O. 5620-1.

2.8 Agua Salada

En el sistema de agua salada se engloban en el diseño todos los elementos y tuberías que actúan con ella, englobando achique y refrigeración del motor, entre otros.

Uno de los usos principales del agua salada es la refrigeración del motor. Esta puede ser directa o indirecta. En el caso del Halve Maan es indirecta, lo que significa que circula en agua de mar en un intercambiador de calor en donde está el líquido refrigerante del motor, llevándose calor de este al circular.

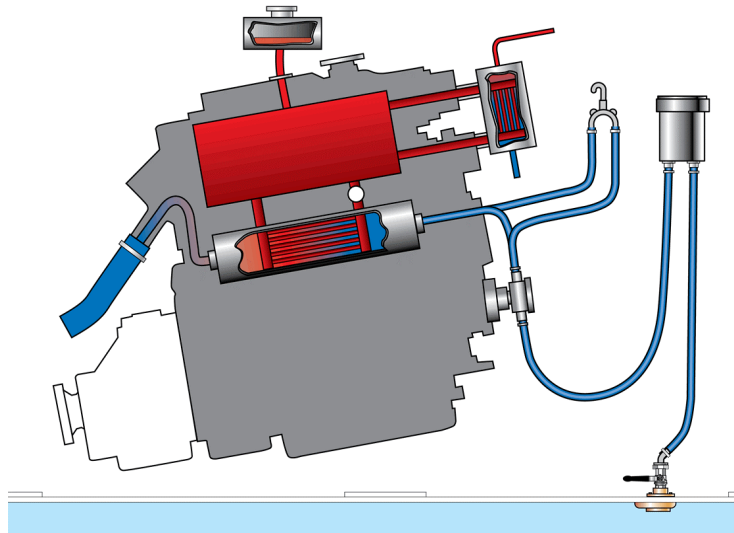


Figura 75. Refrigeración indirecta – Fuente: Volvo Penta

Para que esto suceda, se diseña que el motor principal disponga de un grifo de fondo en sus cercanías para aspirar el agua del grifo de fondo que posteriormente se usa en el sistema de escape.

Para evitar averías, cada grifo de fondo dispone de un filtro posterior, el cual se va a instalar a una altura superior de la línea de flotación para habilitar mantenimientos y evitar posibles inundaciones (ya que en caso de este no estar por encima de línea de flotación, al abrirse se embarcaría agua en el barco).

En teoría al existir el grifo de fondo no debería pasar nada si entrase agua por el filtro, pero se prefiere evitar el hecho que al abrirse este embarque agua, y más considerando que el Halve Maan va a pasar la mayoría del tiempo en el agua para su explotación comercial, por lo que es esencial en el dimensionamiento de la planta habilitarlo teniendo en cuenta el mantenimiento.

El filtro de agua salada se elige de tipo bronce niquelado, con filtro interno de acero inoxidable y tapa transparente de policarbonato.

Para que el agua salada llegue desde el filtro al intercambiador de calor del motor, es necesaria una bomba de agua salada o impulsor, adherido al motor ya que solo funciona cuando funciona este.

Es importante trabajar con el grifo de fondo abierto o el filtro limpio, ya que en el caso de que este impulsor trabaje en vacío se va a averiar irremediablemente en muy poco tiempo. Esto es debido a que el impulsor es de goma por motivos de corrosión con el agua salada.



Figura 76. Cambio de Impeller de AD – Fuente: Solé Diesel

Los grifos de fondo de todo el sistema vienen regulados por la UNE-EN-ISO 9093-1:1998 y la 9093-2:2003 sobre embarcaciones de recreo, grifos de fondo y pasacascos, parte 2: No metálicos.

Además del sistema de escape y refrigeración del motor, el agua salada también se usa en los lavabos y en un grifo en la cocina. Estos consumidores funcionan con bomba manual por no complicar la instalación o el mantenimiento, manteniendo la idea inicial de barco sencillo y diáfano.

Sistema de achique

La normativa de referencia es la UNE-EN-ISO 8849:2004 de pequeñas embarcaciones: Bombas de sentinas eléctricas de corriente continua y la UNE-EN-ISO 15083:2003 sobre pequeñas embarcaciones: Sistemas de bombeo de sentinas.

Se instalan cuatro bombas automáticas con sensor de flotación en 4 puntos de sentina. Una bomba principal activada por el motor principal con cuatro puntos de aspiración de los cuales se puede elegir solo uno cerrando aspiraciones de sentina. Esto se dimensiona con la idea de que en un caso de escora se pueda desembarcar el agua de sentina.

También se añaden dos bombas manuales, una en el local de gobierno y la otra al lado de la rueda del timón.

La bomba principal o la del motor está dotada con una capacidad de caudal de 30 litros/min mínimo, y 10kPa de presión. Al ser del tipo bomba acoplada no hay problema para llegar a este caudal, pues el motor tiene potencia de sobra. Para bombas manuales, la capacidad debe alcanzarse con 45 emboladas por minuto.

A pesar de instalar las bombas manuales o la acoplada, en situaciones de navegación normal e incluso pasando tormentas estas dos no deberían actuar, pues las eléctricas deberían ser suficientes.

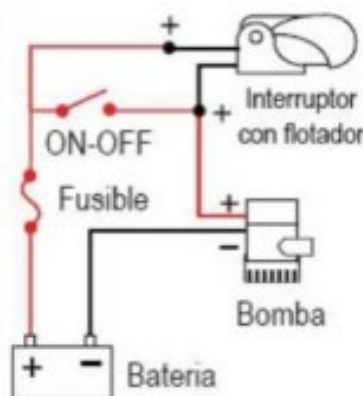


Figura 77. Esquema bomba de sentina automática – Fuente: depositohidrografico

Estas bombas son por normativa de referencia ISO 8849:1990³⁴ de tensión inferior a 50V. No supone un inconveniente siendo la red de corriente continua en 24V. Para el funcionamiento de estas en estancia a puerto se alimentan por el rectificador y no por las baterías.

Además de la activación automática como indica el esquema de la Figura 77, también existe una activación por interruptor.

Tipo de embarcación	Características de la embarcación	Tipo de bomba	Requisitos de la bomba de sentinas o de los medios de achique	Apartado
Embarcaciones abiertas y con cubierta parcial			Véase el manual del propietario	5.1.2
Categorías de diseño A, B, C, D				
Embarcaciones con cubierta completa	Puesto de gobierno expuesto	Bomba principal	1 bomba manual (altura de carga de agua menor de 1,5 m)	5.1.3.2 a)
			1 bomba manual, mecánica o eléctrica (altura de carga de agua igual o mayor de 1,5 m)	5.1.3.2 b)
	Puesto de gobierno protegido	Bomba secundaria	1 bomba manual, mecánica o eléctrica	5.1.3.3
		Bomba principal	1 bomba manual, mecánica o eléctrica	5.1.3.2 c)
		Bomba secundaria	1 bomba manual, mecánica o eléctrica	5.1.3.3
Embarcaciones con cubierta completa	L_H mayor de 6 m	Bomba principal	1 bomba manual, mecánica o eléctrica	5.1.3.2
Categorías de diseño D	L_H menor o igual de 6 m	Bomba principal	1 bomba manual, para alternativas, véase el manual del propietario	5.1.3.2

Tabla 33. Requisitos de bombas de sentina – Fuente: UNE-EN-ISO 15083:2003

³⁴ ISO 8849:1990: Embarcaciones de recreo. Bombas de sentina con motor eléctrico.

Esquema de agua salada

Teniendo en cuenta los factores de diseño, ingeniería y mantenimiento se presenta el Anexo 16, siendo este el plano de tuberías de agua salada.

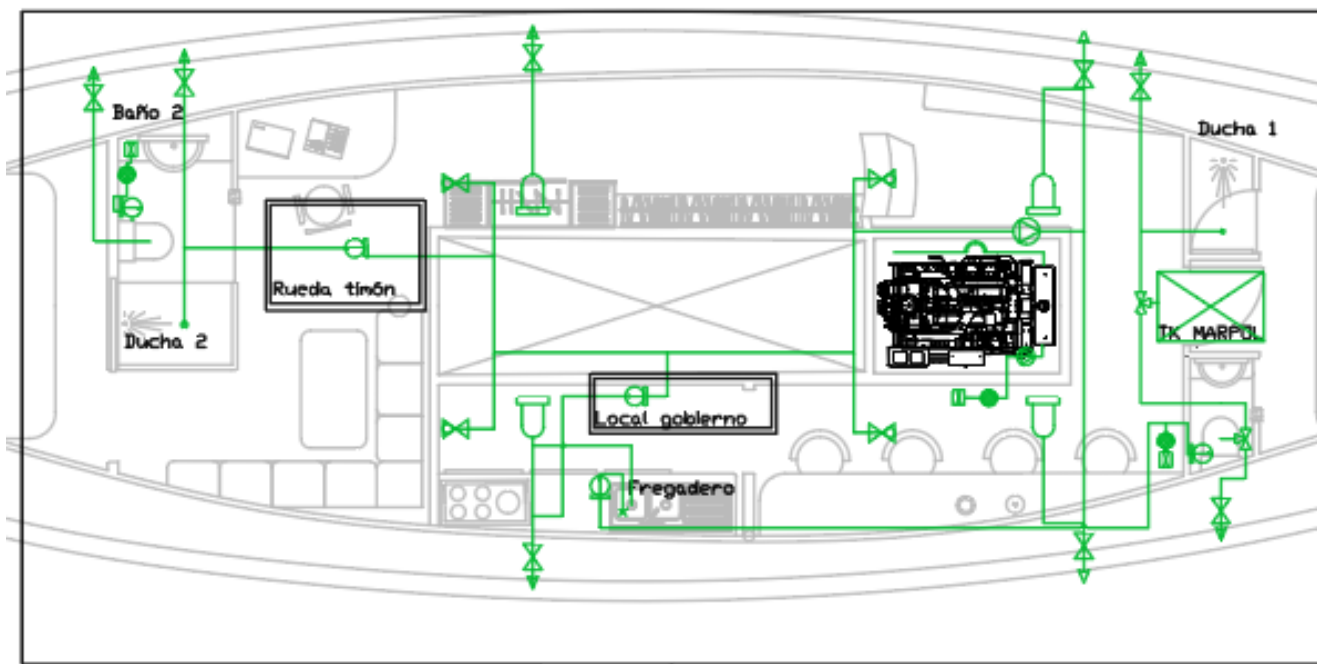


Figura 78. Disposición de agua salada – Fuente: Anexo 16

Elemento	Descripción
	Descarga costado
	Aspiración Sentina
	Bomba manual
	Bomba automática
	Bomba Motor Principal
	Aspiración AS Motor
	Toma de mar
	Filtro de agua
	Válvula de tres vías
	Sifón de escape

Figura 79. Leyenda de esquema agua salada – Fuente: Anexo 16

En el plano todas las tuberías se ubican en la cubierta de alojamientos o la inferior excepto las dos bombas manuales, que se ubican en la cubierta media y al lado de la rueda del timón.

El baño 2 o baño de popa tiene su propia toma de mar, debido a que complica menos la instalación o el mantenimiento tener allí la toma que no cruzar de proa a popa con una tubería.

Cada baño tiene solamente una salida de casco por no contaminar circuitos. El baño de popa no se puede usar en puerto, pero el de proa sí debido a que el tanque MARPOL está en proa, en donde pueden descargar el baño y la ducha, según ISO 8099, por lo que el tanque tiene capacidad de retener los desechos generados por todos los pasajeros durante al menos dos días a razón de 4 litros por persona y día.

Al ser depósitos fijos estará provisto de una conexión universal a tierra.

La descarga y aireación del tanque de aguas negras está en cubierta, con un filtro de carbono para evitar malos olores.

En el caso de las descargas de aguas en el mar, se permiten según la tabla 34 para cumplir normativa del capítulo V de la Orden/FOM/1144/2003 del 28 de abril así como en la orden FOM/1076/2006 del 29 de marzo, que la modifica.

Zona	Opción de descarga
Aguas portuarias, Zonas protegidas, Rías, Bahías, etc.	No se permite ninguna descarga, ni siquiera con tratamiento.
Hasta 3 millas	Se permite con tratamiento. Ni sólidos ni decoloración.
Desde 3 millas hasta 12.	Se permite desmenuzada y desinfectada. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.
Más de 12 millas.	Se permite en cualquier condición. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.

Tabla 34. Descargas permitidas – Fuente: Ministerio de Fomento

2.9 Sistema de escape

Este es el sistema encargado de gestionar los gases de escape del motor. Principalmente existen las variantes seco y húmedo. El sistema de escape del Halve Maan es húmedo, lo que significa que se inyecta agua salada (la misma que pasa por el intercambiador de calor como se especifica en el esquema de agua salada).

Los gases de escape del motor, sabiendo que este es Diesel y por lo tanto tiene un elevado factor de compresión y consecuentemente también temperatura de escape (que puede llegar a 500°C) al ser mezclados con agua se presentan las siguientes ventajas frente al escape seco o directo:

- El agua al tener un elevado calor específico de 1 caloría/gramo ° C o 4,186 julios/gramo° C baja la temperatura de la mezcla de escape hasta el punto en que se pueden utilizar mangueras de goma. Se instalan mangueras de caucho con refuerzo textil de alta tenacidad con alambre de acero en forma de espiral.
- El silenciamiento es altamente efectivo, por lo que silenciando la ubicación del motor en sus mamparos se consigue una navegación con poco ruido.
- Permite de una atmosfera limpia de humos u olores.

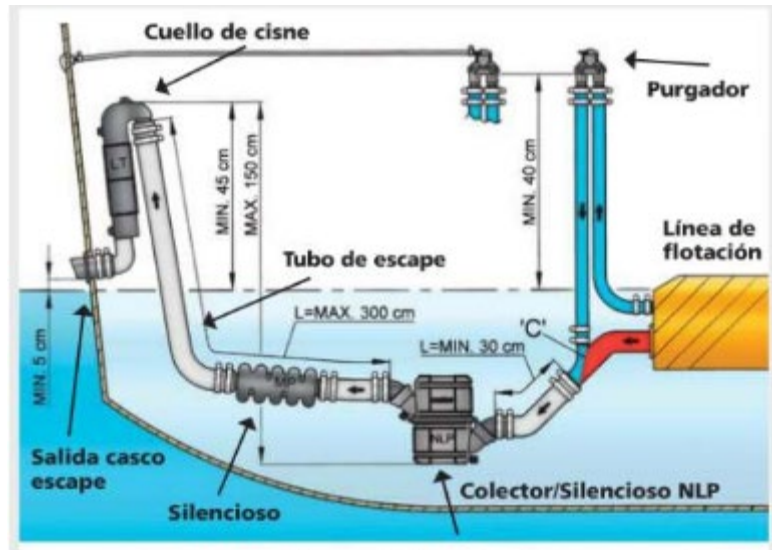


Figura 80. Sistema de escape con el punto C debajo de flotación – Fuente: Vetus

Es importante ubicar el punto C o de inyección de agua, ya que si este está por debajo de 15cm de la línea de flotación (como es el caso) se debe instalar un cuello de cisne para evitar el efecto sifón, en el que por diferencia de energías potenciales habría un reflujó de agua salada hacia el motor, siendo fatales las averías que el agua salada ocasiona estando en el sistema de inyección, levas y pistones, causando daños irreparables o la pérdida del motor.

El cuello de cisne dispone de un purgador para que la presión sea 1atm, y por lo tanto no quede aire atrapado que se pueda presurizar o crear vacío inyectando agua en el motor.

El colector o silenciador es el recipiente en donde se mezclan el agua y los gases. Su construcción es tal para que por geometría interna obligue al fluido resultante a variar su velocidad y dirección, reduciendo así el ruido. La reducción de velocidad por aumento de sección es debida al Teorema de *Bernoulli*. Es el punto más bajo de la instalación, por ese motivo también se llama colector, ya que al pararse el motor este quedará lleno de agua salada.

Actualmente el Halve Maan ya dispone de dicho sistema, pero dados los riesgos que conlleva el mal funcionamiento de este para el motor, como la antigüedad del sistema (data del 1998) se decide cambiarlo por completo, incluso las mangueras.

El principal motivo es que cambiándolo no se depende de las dimensiones de filtro o colectores actuales y dimensionándolo para el uso que va a tener no se depende de los diámetros o medidas de una obra del 1998, por lo que además de incrementar significativamente la fiabilidad (las mangueras y demás elementos han perdido cualidades durante los años como es evidente asumir) se capacita una búsqueda de repuestos mucho más breve en un futuro.

2.10 Reconstrucción del casco

En este apartado se explicará el desarrollo de la reconstrucción del casco.

Este proceso se encuentra en la fase 1, teniendo la documentación necesaria para matricular el barco en una bandera provisional, y previo al Proyecto Técnico. Esto se debe a que la viabilidad del proyecto depende del estado de este, ya que como se suele decir en la jerga del sector, “sin casco no hay barco”.

Se adjunta una imagen hallada en la red del mismo barco en 2007, en donde se puede visualizar la apariencia de este estando en buenas condiciones de mantenimiento, y culpando el estado actual al abandono del mantenimiento, pues el barco en la Figura 81 tenía ya 93 años de historia.



Figura 81. Halve Maan en el 2007 – Fuente: propia

Previo a esto se realiza un estudio de escantillón según la UNE-EN-ISO 12215 del 2008, capítulos 5 y 6. Se establece que si bien es una opción reparar localmente el casco, es un despropósito sustituir el casco entero (ya que para esto y haciendo falta un Proyecto Técnico es más fiable hacer un barco nuevo y parecido). Habiendo calculado este número y resultando en un número de unos 6mm en el Apartado 2.11 Escantillón. Para valorar la opción, se comprueban los espesores con un detector ultrasónico. Conociendo la velocidad sónica en función de características del material (densidad y módulo de Young) y con un dispositivo que mida el tiempo entre la creación de la onda elástica y el eco de fondo se puede determinar el espesor de la chapa, pues este tiempo será el doble del espesor, suponiendo la transmisión de ondas como un MRU³⁵. El dispositivo de medición ya tiene en consideración estos factores.

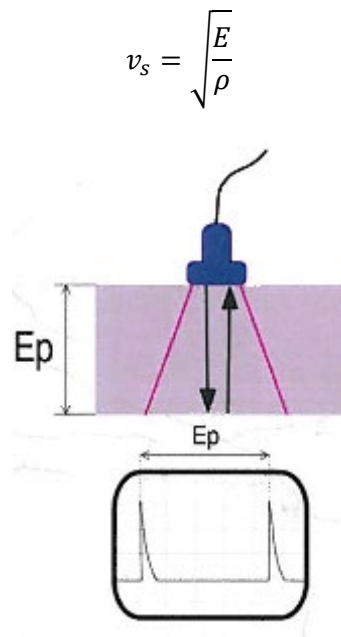


Figura 82. Medición de espesor por ultrasonidos – Fuente: SGS

Esto no tiene ninguna validez legal hecho por aficionados, ya que para una medición real se debe estar capacitado como inspector en END³⁶ nivel II. En este caso Eurocontrol lo es, mientras que ISONaval no, así que el primero hace las mediciones acabada la obra.

Aún así los resultados obtenidos se consideran suficientes como para poder tomar decisiones de carácter técnico.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente figura:

³⁵ MRU: Movimiento Rectilíneo Uniforme

³⁶ END: Ensayos no destructivos

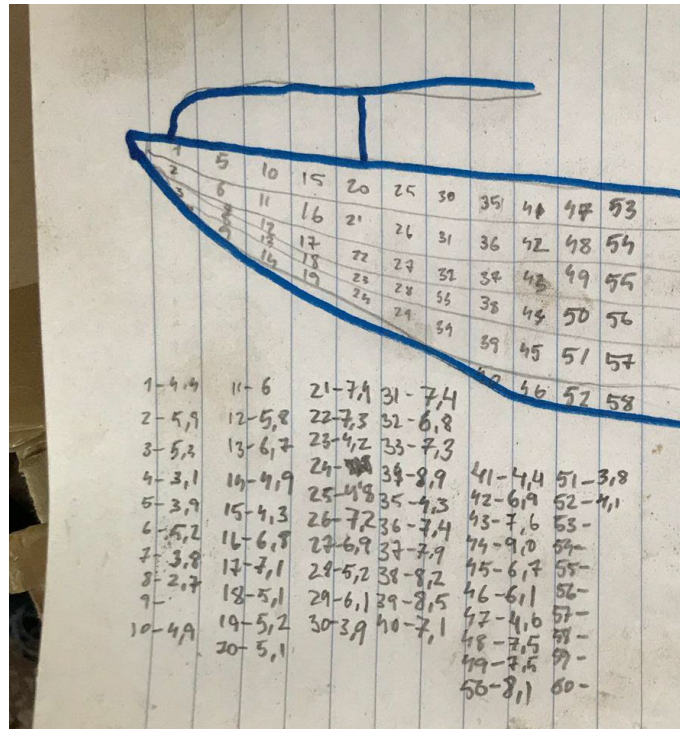


Figura 83. Medidas espesores proa – Fuente: propia

Se puede apreciar que los espesores están por lo general por encima de 6mm (llegando a 8mm) exceptuando unas zonas concretas. Al estar estas zonas débiles aisladas o ser claramente diferenciables, el pronóstico es sustituirlas, por lo que se cortará la actual chapa y se agregará una de espesor adecuado (por normalización sería de 8mm la mejor candidata), siendo soldada con corte oxiacetilénico y soldada con soldadura MIG³⁷.

Las áreas localizadas de pérdida de espesor se concentran en tres sectores claramente diferenciados:

- Zona de proa que corta las olas
- Unión casco-cubierta
- Zona de cinturón

La zona de casco-cubierta se intuye que es debida por la corrosión bajo tensión al ser una unión que sufre mucho en esfuerzos longitudinales de la embarcación. En concreto, quebranto y arrufo.

Las otras dos opciones se concluye que han sido más atacadas por el medio marino debido a una falta de protección. El agua salada es un medio altamente corrosivo para metales por la presencia de sales e iones de Cloruro (ión particularmente perjudicial). Se deduce que la pintura o el agente antioxidante ha sido gastado por dos motivos diferentes con consecuencias iguales (oxidación y pérdida de espesor).

En la proa: desgaste por fluidos colindantes.

En el cinturón: desgaste por acumulación de agua.

³⁷ MIG: *Metal Inert Gas*.

El tiempo de corrosión de un ánodo de sacrificio viene dado por la ecuación:

$$t = \frac{w \cdot n \cdot F}{I \cdot M}$$

W = masa en gramos

N = nº electrones perdidos en la reacción

I = corriente galvánica en A

M = densidad en g/mol

F= A*s/mol

T = s (tiempo)

La pérdida de espesor localizada no es explicada por la falta de ánodos, sino por la falta de protección directa en el metal. Sea como sea, las planchas afectadas deben ser sustituidas y soldadas otra vez, dado que una zona tan débil es un potencial detonante de accidente.

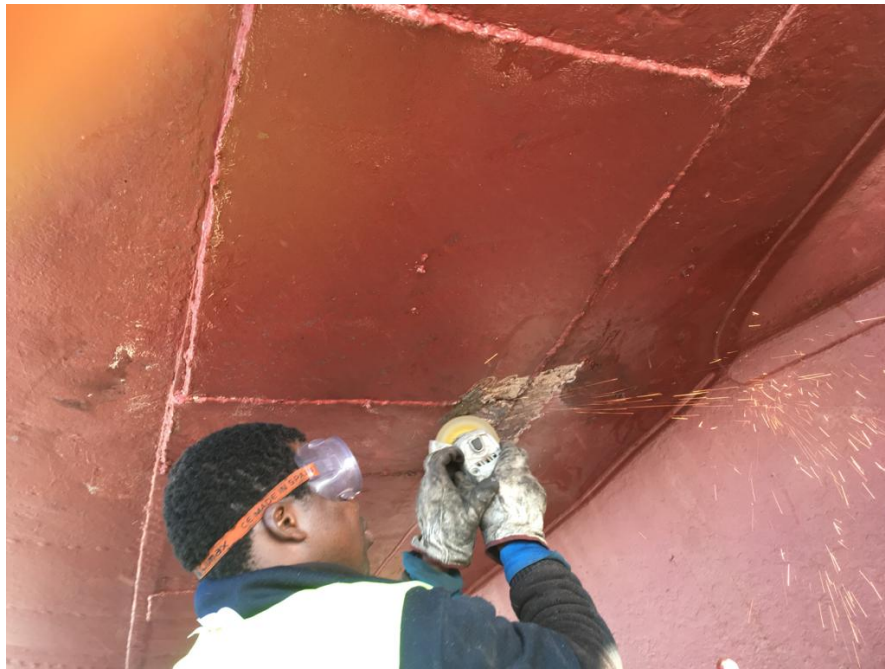


Figura 84. Sustitución chapa casco – Fuente: propia

Referente a la zona del cintón, este se encuentra en mal estado debido a la acumulación de agua. Al tener una función estética (su espesor original es muy pequeño, de 2mm o menos) hay que cambiarlo entero. Si se mide cerca del cintón se observa que el casco ha perdido más de la mitad de su espesor debido a esto. Se recomienda simplemente quitarlo, pero los socios lo consideran una parte estética importante por lo que se tiene que volver a construir.

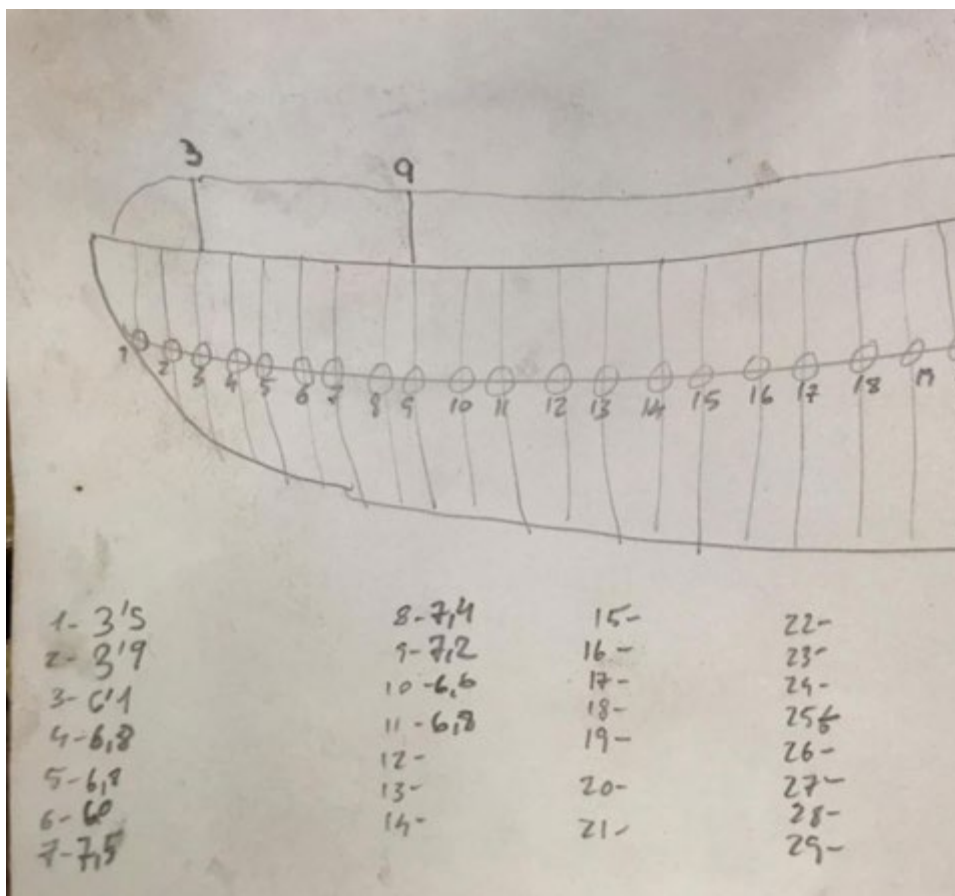


Figura 85. Mediciones de cintón – Fuente: propia

Es notable a lo largo del barco que la corrosión en zonas cercanas al cintón del casco en sí, solo se producen en proa debido a la coexistencia de los tres tipos de corrosión (bajo tensión, galvánica y por acumulación de agua).

Por los resultados obtenidos en la primera evaluación se decide avanzar el proyecto, no sin saber los factores limitantes:

Es conocido que aún cumpliendo el escantillón mínimo de espesores pasada la reparación se deba presentar a la autoridad competente, en este caso Eurocontrol en la primera inspección un cálculo justificativo en una Memoria Técnica que demuestre que el barco está capacitado para soportar una determinada altura de ola y viento en una escala de Beaufort. Es posible que la categoría de diseño a la que aspire este barco no sea la A debido a la pérdida de espesor y por ende de resistencia estructural. Aún así se conoce y acepta que si no se entra en una categoría de diseño se entrará en la inferior (y así hasta que cumpla estructuralmente, tomando como límite la categoría C).

Cabe mencionar un fallo cometido que puede haber llevado el barco a este estado de deterioro que se observó en una imagen de una restauración pasada que se adjunta como Figura 86.



Figura 86. Popa Halve Maan – Fuente: Propia

Se puede observar que los ánodos de sacrificio fueron pintados y no substituidos, por lo que el casco de acero ha estado expuesto a oxidación y por lo tanto a una pérdida de espesor notable.

En la primera inspección del alumno se aprecia otro potencial foco de accidentes basado en el mismo principio, como se muestra en la siguiente Figura 87, el grifo de fondo instalado es de acero inoxidable. Por lo tanto existen en contacto dos metales de diferente electronegatividad. Esto en una apertura del casco tan crítica como es el grifo de fondo es un riesgo a resolver instalando un grifo de fondo de PVC para evitar el fenómeno de raíz.



Figura 87. Grifo de fondo – Fuente: Propia

El mismo principio aplica para los pasacascos, que serán substituidos en este proceso (aprovechando que el barco está fuera del agua).

Siendo evidente que la cantidad de óxido es demasiada, y quedando trazas del antiguo color del barco en la línea de flotación (ya que es la que más pintura ha perdido), se recomienda aplicar un chorreado o

*sand-blasting*³⁸ en el casco una vez sustituidas las zonas débiles. De lo contrario, la presencia de óxido incrementa la velocidad de corrosión, por lo que se efectuaría en vano el pintado y sería una inversión perdida. Como motivo extra, las chapas nuevas no vienen imprimadas, y la soldadura interior del casco desgastará notoriamente de cualquier pintura o recubrimiento las zonas cercanas.

Antes de efectuar ningún pintado o imprimado, se decide por recomendación del alumno repasar las uniones entre chapas interiores al casco con soldadura MIG³⁹, ya que aún existir en la normativa UNE-EN-ISO 12215 un apartado para cálculos de estructuras de casco con remaches, al haber pasado tantos años se teme sobre la estanqueidad del casco por fatiga de estos. Se conocen antecedentes al mismo problema, como el buque Sirius, en donde aplicaron la solución de soldar las chapas del casco para no depender de unos remaches con más de 50 años de servicio. Se opta por la misma medida.

Una vez el casco está reparado, se deben elegir las pinturas, imprimaciones y *antifouling* para la operación, ya que el chorreado deja el metal totalmente expuesto por lo que es recomendable imprimir inmediatamente después.

Deberá pintarse no solamente por motivo estético, sino por protección. Como casco de acero, es imperativo proteger el metal de la corrosión, áreas bajo el agua contra la incrustación, y cubierta contra la abrasión.

Para empezar se tiene que aplicar una capa de imprimación marina para acero, con la espesor recomendada por el fabricante. En este caso, una imprimación Hempel⁴⁰ para metales o *Undercoat*, que cuesta (fecha consultada el 5 de abril en la web oficial) 60,20€ los 2,5L.

La imprimación alquídica uretanada de secado rápido contiene fosfato de zinc para la protección anticorrosiva del acero. La imprimación tiene dos misiones principales:

- Aislar el casco de forma activa para que este no oxide. Incluso llegando a perder pintura, el metal no quedaría descubierto.

- Su espesor (y viscosidad cinemática como fluido) suele ser menor a la de la pintura, ya que la imprimación se adhiere de forma sustancial en el casco (incluso llegando a cubrir imperfecciones, por lo que a la imprimación también se le puede llamar *filler* o rellenador). Luego, la pintura se adhiere a la imprimación, por lo que sirve como pegamento o unión entre metal y pintura.

La pintura y la humedad son factores muy importantes a la hora de pintar, por lo que se intentará hacerlo en:

- Alrededor de 20°C
- Humedad relativa 60-65%
- Zona de trabajo bien ventilada

³⁸ Chorreado o sand-blasting: proceso mecánico que consiste en lanzar un chorro de aire comprimido con arena sobre un material para decaparlo de pintura y suciedad y dejar el metal expuesto para la imprimación o pintado.

³⁹ MIG: Metal Inert Gas.

⁴⁰ Hempel: marca de pinturas especializada en embarcaciones.

Hay que duplicar el tiempo de secado por cada 10°C que desciende la temperatura.

Se recomienda una vez aplicada y secada la imprimación de aplicar por todo el casco (en la obra muerta) localmente masilla de poliéster, ya que además de no participar en ninguna reacción galvánica, cubre de forma efectiva las pequeñas imperfecciones debidas a golpes que ha recibido el casco a lo largo de su vida. Pintando el barco después de esto, se aprecia más llano y por lo tanto más atractivo estéticamente.

Para la aplicación de la pintura de la misma marca, que ronda el precio de 80€/litro (fecha consultada el 5 de abril en la web oficial). Un factor influyente en el precio es el color ya que se le da al compuesto a través de compuestos orgánicos (base de carbono) y estos son de elevado coste. Se recomienda pintar con pintura monocomponente. Si bien la bicomponente es de mejores prestaciones en general, el barco se deberá sacar del agua una vez al año para mantenimiento. Se puede aplicar bicomponente encima de una capa de monocomponente, pero no viceversa. Por esto se opta por la solución más lógica considerando que la navegación no va a ser deportiva.

El *antifouling* o antiincrustante solo se aplica en la obra viva y con el fin de evitar incrustaciones (algas, crustáceos, etc.) que además de afectar gravemente a la resistencia al avance estéticamente perjudica enormemente el barco.

Existen *antifoulings* con biocidas, siendo estos compuestos de cobre. El funcionamiento básico es que estos se descomponen en el agua, fenómeno nombrado capa de lixiviación. Descompone óxido o Tiocianato de Cobre, y como alternativas orgánicas Carnamatos, Isotiazolonas, Piritionas, entre otros. En la opción valorada, el antifouling convencional, este es disuelto de manera incontrolada dependiendo de factores ambientales como temperatura y salinidad. El precio es bajo comparado con otros métodos, pero conlleva un acabado rugoso y pérdida de espesor.

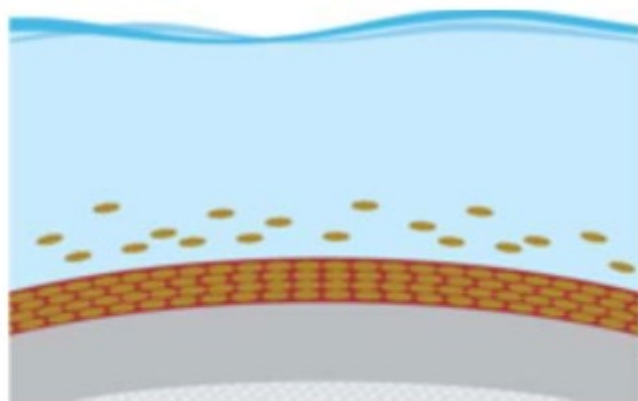


Figura 88. Capa de lixiviación – Fuente: Propia

Como problemática, este barco se propuso en la presentación en la FNB como una alternativa medioambiental, y no resultaría ético emplear métodos biocidas habiendo alternativas en el mercado.

La alternativa elegida es el antifouling creado y patentado por Hempel, *Silic One System*.

Esta pintura es la última innovación tecnológica de la marca HEMPEL apta para todas las embarcaciones.

Silico One System, no contiene biocidas y se basa en silicona e hidrogel. Esta combinación proporciona al área pintada unas propiedades acuosas que dificultan la adhesión de organismos en el casco. También facilita la eliminación de las posibles incrustaciones cuando la embarcación está en movimiento o se

limpia el casco. El hidrogel está basado en polímeros únicos no reactivos que se añaden a la pintura, creando una barrera invisible entre la superficie del casco y el agua. Los organismos causantes de las incrustaciones perciben el casco como si fuese un líquido y, en consecuencia, el índice de instrucción es menor, además ser reflejante el acabado.

Existen packs comercializados por la misma marca para aplicar el tratamiento en el propulsor.

Este producto tiene un precio (consultado 5-4-20 en la web oficial) de 1.000€/20L. Para valorar su aplicación se debe tener en cuenta que su duración es bi-anual.

Una vez pintado se instalarán nuevos ánodos de sacrificio de acuerdo al volumen del barco.

Este barco tiene un peso considerable, motivo por el cual solo saldrá del agua para hacer mantenimientos e inspecciones en seco. Por lo tanto se prioriza su protección en el agua. No solo con el *antifouling*, sino que se instala también un sistema de ultrasonidos.

El funcionamiento es que este se instalará en la red eléctrica del barco para que funcione siempre que estemos conectados en el pantalán.

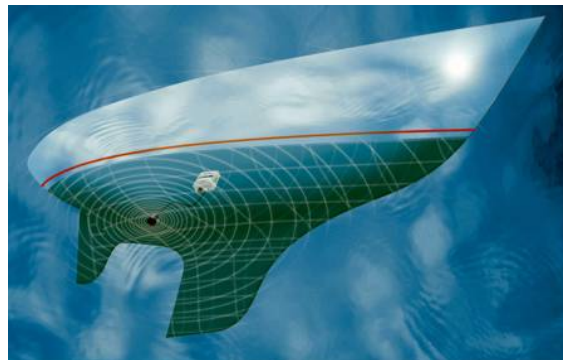


Figura 89. Emisión de ultrasonidos – Fuente: Fondear

El precio del modelo Ecosonet es de 1050€. Si bien es una inversión considerable, el mantenimiento es nulo, y contabilizando el ahorro de combustible se concluye que a final de año la inversión ha sido amortizada. Cada transductor de este modelo es capaz de cubrir una superficie de 45m^2 , pero con limitación longitudinal, por lo que el fabricante recomienda la instalación de dos transductores en embarcaciones mayores a 11m de eslora de flotación.

Para los pasacascos se elige sustituir los presentes por el mismo motivo que los remaches, por la duda sobre su estanqueidad o fiabilidad por unos de PVC (al igual que los grifos de fondo, evitar las corrientes galvánicas).

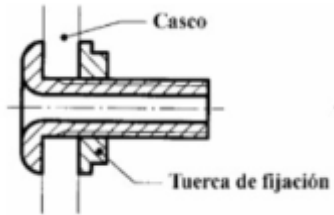
<p>Descripción:</p> <p>Pasacascos con brida exterior y tuerca de fijación interior. Con el vástago fileteado, donde la estanqueidad se consigue apretando la tuerca.</p> <p>De fácil sustitución.</p>	
--	--

Tabla 35. Pasacascos - Fuente: UNE-EN ISO 9093-1:1994

Como reparación del casco también se engloba la sustitución de chumaceras, bocina y eje.

Para el cálculo del eje se considera que se realiza con un material isotrópico⁴¹.

La bocina se considera el elemento más crítico del casco ya que está en constante movimiento y debe ser estanca. La transmisión de potencia del eje resulta también un factor crítico al estar sometido a una longitud de transmisión tan elevada debido a que el motor está situado delante de $L_{pp}^{42}/2$.

Para empezar se consideran los factores influyentes en la determinación del esfuerzo que debe soportar el eje:

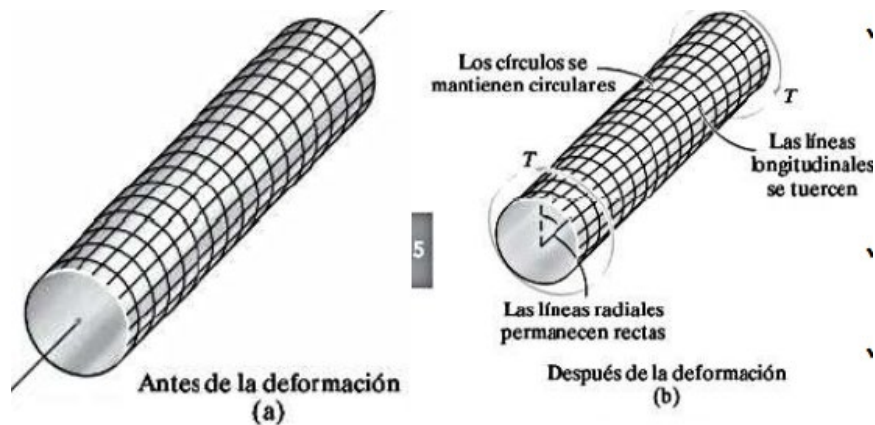


Figura 90. Flector puro – Fuente: Scribd

En un eje macizo, considerando únicamente el esfuerzo flector se representa su magnitud con la siguiente fórmula:

$$\tau_{max} = \frac{T \cdot c}{J}$$

τ_{max} = el esfuerzo cortante máximo en el eje, que se produce en la superficie externa.

T= el par de torsión interno resultante que actúa en la sección transversal.

Su valor se determina a partir del método de las secciones y la ecuación de equilibrio de momentos aplicados respecto a la línea central longitudinal del eje.

J= el momento polar de inercia del área de la sección transversal.

C= el radio exterior del eje.

Siendo $J = \frac{\pi \cdot r^4}{2}$ en ejes de sección circular.

⁴¹ Material isotrópico: Material que tiene las mismas características en todas sus direcciones.

⁴² Lpp: *Lenght between perpendiculars* o eslora entre perpendiculares.

Para relacionar el dimensionamiento del eje con la potencia entregada se usa la formula $P = T \cdot \omega$ siendo ω la velocidad angular en rad/s.

Como la ficha técnica del motor aporta la velocidad en rpm, para obtener los datos en S.I. se halla la conversión (siendo x cualquier número) $x \text{ [rpm]} = \frac{x \text{ rev}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} = \omega \text{ [rad/s]}$.

Se debe tener en cuenta también que para el correcto funcionamiento (y no rotura del eje) contabiliza de alguna manera la longitud de este, ya que la lógica lleva a pensar que a mayor la longitud de transmisión, menor resistirá el eje.

Aparece la variable L (longitud del eje) en la fórmula de la deformación axial:

$$\theta = \frac{T \cdot L}{J \cdot G} [\text{rad}]$$

En donde aparece un nuevo módulo, el G o módulo de elasticidad tangencial que se obtiene mediante una combinación del módulo de Young y el módulo de Poisson. Se obtiene entonces de acuerdo a la ecuación:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

Esto nos puede dar una idea de los MPa que va a soportar el eje, suponiendo que el eje sea de acero:

Material	Módulo de elasticidad <i>E</i>		Módulo de rigidez <i>G</i>		Relación de Poisson <i>ν</i>	Peso específico <i>γ</i> kN/m ³	Densidad de masa <i>ρ</i> Mg/m ³
	10 ⁶ psi	GPa	10 ⁶ psi	GPa			
Aceros al carbono y aleados	30.0	207	11.7	80.8	0.28	76	7.8
Aceros inoxidables	27.5	190	10.7	74.1	0.28	76	7.8

Tabla 36. Tabla propiedades – Fuente: ingmecanica

Si bien se ha tenido en cuenta la torsión, no es el único factor limitante o influyente, ya que el eje está sujeto a tensión compuesta, lo que significa que:

$$\vec{\sigma} = \vec{\sigma}_t + \vec{\sigma}_e$$

Es decir, que es la suma vectorial entre la torsión y el empuje. Esto no puede exceder la carga de rotura del material, en MPa. La tensión de empuje o σ_e es el debido a la fuerza de empuje. El máximo se obtiene a partir del TBP o *Total Bollard Pull* ⁴³ del barco. Por principio de acción-reacción el empuje del barco lo proporciona el propulsor. Puede que este cavite o tenga algún otro factor limitante, pero estos fenómenos se estudian en el Apartado 2.3 Propulsión.

El *Maxsurf Resistance* se obtiene el empuje necesario a cada velocidad que junto con la curva velocidad-potencia y conocida la potencia máxima del motor, se puede conocer el esfuerzo de empuje máximo y aplicar un factor de seguridad.

⁴³ Total Bollard Pull: Empuje máximo que puede realizar la embarcación estando parada.

En cuanto a la tensión, queda $\sigma = \frac{N}{A}$ siendo N la carga de empuje en Newtons y el A el área transversal. $A = \pi r^2$.

Relacionando el factor de alargamiento con la tensión mediante la Ley de Hooke:

$$\frac{F}{S} = E \frac{l - l_0}{l}$$

Se relaciona la incidencia que tendrá sobre el problema la longitud del eje, apareciendo en la fórmula:

$\Delta L = \sum_{k=0}^n \frac{N_i \cdot L_i}{E_i \cdot A_i}$, se simplifica a una expresión sin sumatorio si se tiene en cuenta en número n de pa-las en una modelización como una sola: $L - L_0 = \Delta L = \frac{N \cdot L}{E \cdot A}$.

Como último condicionante a tener en cuenta, en compresión de un esbelto eje (mecánicamente ha-blando) se tiene en cuenta no sobrepasar la carga crítica de Euler o carga de pandeo.

Esta es una carga en compresión a partir de la cual la estructura pandeará y consecuentemente fallará.

$$F_{\text{crit}} = \pi^2 \frac{EI_{\min}}{(\alpha L)^2} \quad \begin{cases} \alpha = 0,5 & \text{empotrado-empotrado} \\ \alpha \approx 0,70 & \text{articulado-empotrado} \\ \alpha = 1 & \text{articulado-articulado} \\ \alpha = 2 & \text{libre-empotrado} \end{cases}$$

Siendo la I la inercia, calculada con la expresión:

$$I = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2$$

R se refiere al radio.

Como nota aclaratoria, la ecuación considera la I min ya que en cuerpos que no sean de revolución (co-mo un paralelepípedo rectángulo) el cuerpo pandeará antes por el sentido débil antes que en fuerte, como es lógico.

Al producto αL se le llama longitud de pandeo. Se debe verificar que $F_{\text{crit}} > N$, ya que de lo contrario la estructura va a fallar, o pandear antes de llegar a soportar la carga por compresión máxima.

Como no se puede alterar ni la inercia, ni el módulo E , para aumentar la carga crítica de Euler la única solución es reducir la longitud de pandeo. Esto se consigue en ejes navales con la distancia entre chu-maceras, siendo la distancia entre dos consecutivas la longitud de pandeo considerando el factor α .

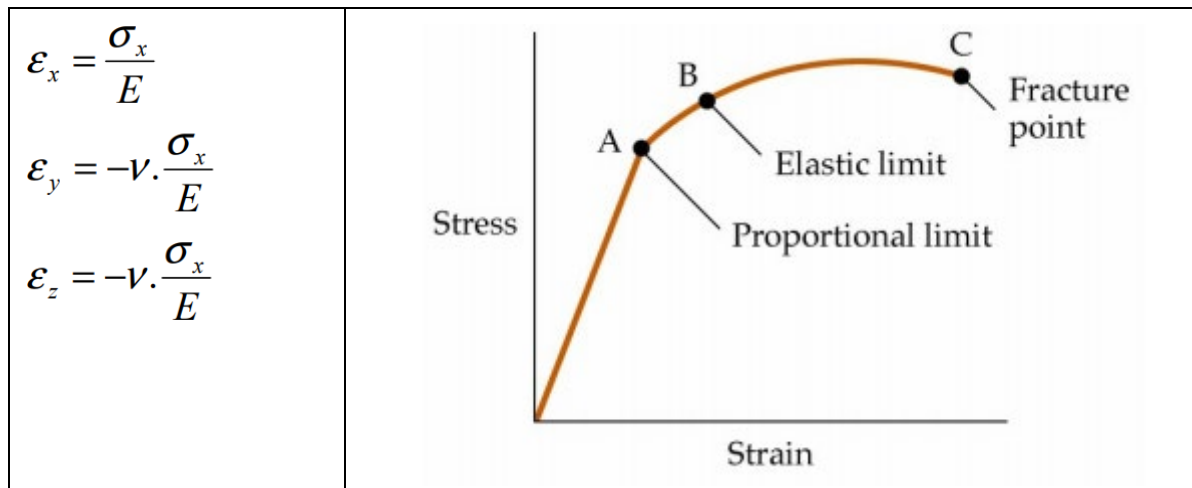


Figura 91. Representación zona elástica – Fuente: Ingmecanica

El objetivo de este dimensionamiento, además de evitar la carga máxima de rotura también es no sobrepasar nunca el límite elástico. Dimensionando el eje para que ni en la peor condición (plena carga, máxima entrega de potencia de motor) no pase eso aseguramos que va a cumplir su cometido.

Al ser un SCI⁴⁴ y tener más de una variable libre (como elección de material, distancia entre chumace-ras...) se ha marcado el camino de cálculo para un nuevo eje cilíndrico macizo.

Según la ISO 4566:1997, la línea de ejes con motor intraborda debe estar compuesta de acero inoxidable AISI 314, AISI 316 o acero DUPLEX 1-4462.

Referente al eje actual en el barco, este debe ser sustituido debido a que en algún momento de su histo-ria un armador lo cortó y soldó. Debido a la ZAT⁴⁵ y la reducción del área efectiva el material deja de ser isotrópico. Eso conlleva concentraciones de tensiones en vez de una distribución uniforme Y se convier-te en un peligro de una parte crítica, por lo que se decide que su sustitución no es una opción a valorar.

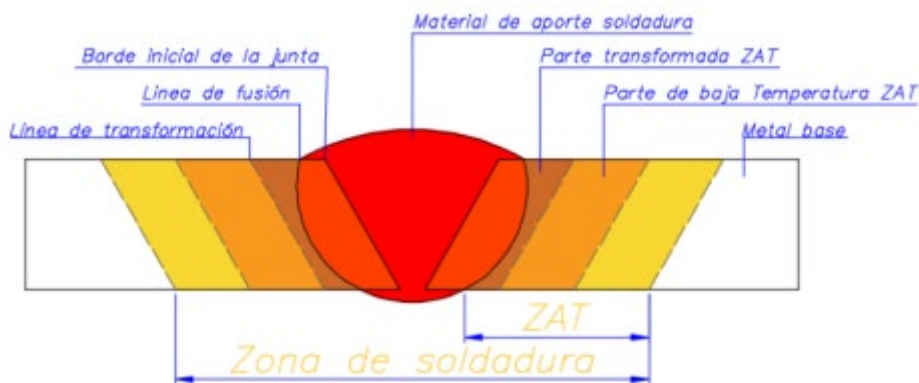


Figura 92. Representación ZAT– Fuente: SGS

⁴⁴ SCI: Sistema compatible Indeterminado.

⁴⁵ ZAT: Zona de afectación térmica por soldadura.

En cuanto a ejes, los grandes buques usan ejes vacíos por dentro. Esto es debido a que la carga torsional no hace trabajar el centro del cilindro, ya que la distancia de la línea neutra es 0.

Al ser una embarcación pequeña al lado de un buque mercante, se considera instalar un eje cilíndrico sin vaciado interior ya que los costes de mecanización se reducen al solo tener que mecanizar con torno una cara (la exterior) del mismo. También se tiene en cuenta que la embarcación no se optimiza para conseguir su mayor velocidad y rebaja de peso, sino que se prioriza la fiabilidad y la sencillez.

La bocina es el orificio por donde sale el eje del propulsor. Es un elemento que requiere de gran precisión de mecanizado ya que debe permitir, a la vez que rota, la transmisión de la potencia al propulsor y la estanqueidad del casco.

La anterior bocina era con estopada, por lo que se debía cambiar y apretar periódicamente. En la actualidad apenas se usa esta tipología de bocinas. Se sustituye, ya que en la bocina anterior por motivos desconocidos se usó cemento para que no entrara agua y como consecuencia, en cuanto rota el eje existe una entrada de agua masiva.



Figura 93. Bocina por el interior – Fuente: Propia

Debido a este motivo se sustituye la parte del casco de la bocina, junto con parte de la popa hasta la primera chumacera de empuje.

Ya que la sustitución no es una opción tampoco, se decide instalar una bocina húmeda y no otra con estopada, debido al menor mantenimiento y mayor efectividad que presenta.

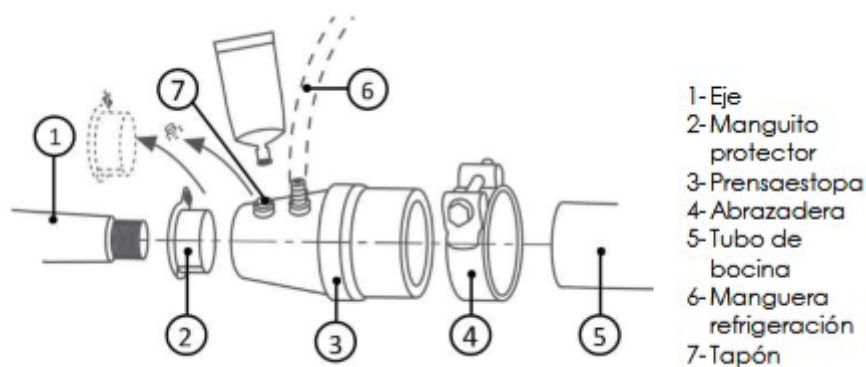


Figura 94. Bocina húmeda – Fuente: Solé Diesel

Habiendo cambiado eje y propulsor, se cambian a la vez los cojinetes de los arbotantes, y con los nuevos encontrar recambios ya no resulta un problema al estar normalizadas las medidas.

Para el interior del barco, este queda vaciado para no solo las uniones entre chapas que fueron soldadas, sino con el fin de que se imprima también con la misma imprimación del exterior, apta para el medio marino.

Una vez acabado todo este proceso, se concluye la Fase 1 del Proyecto.

2.11 Escantillón

Se establece durante todo el proyecto que la finalidad del mismo es la reforma del Halve Maan, sustituyendo los sistemas que lo requieran y conservando los que se puedan (como el motor o el mismo casco).

Como se menciona en el Apartado 2.10 Reconstrucción del casco, en caso de que se tenga que sustituir una parte importante del casco se optaría por fabricar otro barco, ya que el precio podría ser incluso menor. Por lo tanto, se tienen en cuenta las limitaciones técnico-económicas, un hecho que motiva a esta decisión es que se requiere de un Proyecto en cualquiera de los casos.

Los cálculos hechos en este apartado con la norma de referencia UNE-EN-ISO-5 del 2008, Construcción de cascos y escantillones parte 5: Presiones de diseño, tensiones de diseño y determinación del escantillón y UNE-EN-ISO 12215-6 del 2008 para pequeñas embarcaciones, construcción de cascos y de escantillones parte 6: Dispositivos estructurales y detalles de construcción.

Como se presenta en la tabla de fases en el inicio del Proyecto en la redacción se ha tenido en cuenta un proceso lógico para el lector, mientras que el transcurso del Proyecto real difiere en orden.

El más evidente ejemplo es este apartado, en donde junto con la medición de espesores actual del casco una vez este fuera del agua se debía de conocer si los espesores de casco eran suficientes o no. Por tanto este cálculo fue realizado incluso antes de la primera visita a Capitanía como imposición del alumno como Director Técnico de la reforma, sin embargo en el propio TFG se presenta junto al apartado de la reconstrucción del casco.

Se aclara que los cálculos no son para la estructura como tal, debido a que esto daría para otro TFG y en etapas tempranas del Proyecto se decide que el autor tome la figura de Director Técnico en vez de centrarse en la estructura, puesto que el cálculo de esta está incluida en el presupuesto de ISONaval y carece de sentido doblar estos trabajos mientras que existe trabajo técnico por hacer como los planos de todos los sistemas, o la decisión de las energías renovables a bordo, entre otros.

No obstante al considerarse de valor en el proyecto los cálculos efectuados, se incluyen en el trabajo.

Se recopila el proceso de cálculo de las presiones de diseño que recibe el casco y cubierta a partir de la ISO-12215-5. Para este proceso es necesario dimensionar los valores necesarios para llegar a conclusiones del proyecto y a los valores de espesor mínimo requerido.

La definición de estos datos se sigue en este proceso, basados en los datos que proceden al barco.

Antes de empezar a calcular factores de diseño, se tiene que saber qué tipo de embarcación es el Halve Maan según la norma. Esto viene definido por el punto 3.6, en dónde se cumple:

$$\frac{V}{\sqrt{L_{WL}}} < 5$$

Que sustituyendo valores resulta

$$\frac{10,125kn}{\sqrt{16,619m}} = 2,4836$$

Por lo que se considera embarcación de desplazamiento, como se intuía en un principio.

Factores de diseño

Para este cálculo se necesitan obtener los factores en función del tipo de embarcación (velocidad, categoría de diseño, etc). Se calculan los factores por separado, previo a los cálculos.

Factor de categoría de diseño K_{DC}

Este factor tiene en cuenta las cargas de presión debido a la condición marítima que se calculará que sea capaz que navegue. Según el marcado UE, obligatorio en embarcaciones de recreo para expedir la cédula de navegabilidad. Por ende, esto depende de la escala de Beaufort y la altura de ola. En este proyecto la categoría de navegación va a ser la A, por consecuencia, el factor $K_{DC}=1$

Tabla 2 – Valores de k_{DC} según la categoría de diseño

Categoría de diseño	A	B	C	D
Valor de k_{DC}	1	0,8	0,6	0,4

Tabla 37. Valores KDC – Fuente: ISO 12215-6

En el caso del barco a analizar, $k_{DC} = 0,8$.

Factor de carga dinámica n_{CG}

El factor n_{CG} de las embarcaciones planeadoras a motor se determina por la siguiente fórmula:

$$n_{CG} = 0,32 \times \left(\frac{L_{WL}}{10 \times B_C} + 0,084 \right) \times (50 - \beta_{0,4}) \times \frac{V^2 \times B_C^2}{m_{LDC}}$$

Este valor es muy menor a 3 (resulta 0,053), por lo que se utilizará esta siguiente ecuación:

$$n_{CG} = \left(\frac{0,5 \times V}{m_{LDC}^{0,17}} \right)$$

Por lo tanto,

$$n_{CG} = \frac{0,5 \times 10,125}{47708^{0,17}} = 0,81$$

En cualquier caso nunca se debe tomar un factor de carga dinámica mayor a 7.

No es el caso porque este barco está lejos de planear, por lo que toma n_{CG} como 0,81.

Factor longitudinal de distribución de presión K_L

Este factor tiene en cuenta la variación de las cargas debidas a la presión en la situación o ubicación de los paneles de la embarcación, ya que no se obtiene la misma presión en los paneles más próximos a popa que en los de proa en condiciones de navegación.

El factor longitudinal de distribución de presión se calcula de la siguiente forma:

$$K_L = \frac{1 - 0,167 \times n_{CG}}{0,6} \times \frac{x}{L_{WL}} + 0,167 \times n_{CG}$$

Siendo x el centro geométrico del panel.

Para considerar este valor, el n_{CG} no puede ser ni inferior a 3 ni mayor a 6.

También es restrictivo el hecho de tener un valor de x/L_{WL} mayor a 0,6, en cuyo caso se tomará un K_L igual a 1.

Factor de reducción de presión según la superficie K_{AR}

El factor de reducción según la superficie tiene en cuenta la variación de cargas de presión según el tamaño del panel.

$$K_{AR} = \frac{K_R \times 0,1 \times m_{LDC}^{0,15}}{A_D^{0,3}}$$

Siendo K_R igual a 1 en los paneles de fondo, costado y cubierta de embarcaciones planeadoras.

En cualquier caso, K_{AR} no puede ser superior. Tampoco puede ser menor a 0,25 por el tipo de embarcación al que se proyecta.

Factor de reducción de presión en el costado K_z

Este factor hace una interpolación de la presión de costado entre la presión de los fondos en flotación y la presión de cubierta en su borde superior.

$$K_z = \frac{Z - h}{Z}$$

Siendo Z la altura de la parte superior del casco, encima de la línea de flotación y h la altura del centro del panel por encima de la flotación a plena carga.

La altura de la parte superior del casco se toma en la misma posición longitudinal que el punto considerado.

Las presiones en el caso de los veleros vienen definidos en el apartado 8.2 de la norma, presiones de diseño para veleros.

La presión de diseño en los fondos se define en el apartado 8.2.1, se toma como el mayor valor de:

$$P_{BS} = P_{BS\text{ BASE}} \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L \text{ kN/m}^2 \text{ o}$$

$$P_{BS\text{ MÍN.}} = 0,35 m_{LDC}^{0,33} + 1,4 L_{WL} \times k_{DC} \text{ kN/m}^2$$

$$\text{donde } P_{BS\text{ BASE}} = (2 m_{LDC}^{0,33} + 18) \times k_{SLS} \text{ kN/m}^2$$

La presión en los costados de los veleros, P_{SS} se define en el punto 8.2.2, siendo este el mayor valor de:

$$P_{SS} = \left[(P_{DS\text{ BASE}} + k_Z) \times (P_{BS\text{ BASE}} - P_{DS\text{ BASE}}) \right] \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_L \text{ kN/m}^2 \text{ o}$$

$$P_{SS\text{ MÍN.}} = 1,4 L_{WL} \times k_{DC} \text{ pero no se debe tomar por debajo de } 5 \text{ kN/m}^2$$

Donde

$P_{BS\text{ BASE}}$ es la presión de la base de los fondos de los veleros definida en el apartado 8.2.1;

$P_{DS\text{ BASE}}$ es la presión de la base de la cubierta de los veleros definida en el apartado 8.2.3.

La presión de la cubierta de los veleros P_{DS} es definida en el apartado 8.2.3 como:

$$P_{DS} = P_{DS\text{ BASE}} \times k_{DC} \times k_{AR} \times k_L \text{ kN/m}^2 \text{ o}$$

$$P_{DS\text{ MÍN.}} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{donde } P_{DS\text{ BASE}} = 0,5 m_{LDC}^{0,33} + 12 \text{ kN/m}^2$$

Y por último, la presión de las superestructuras o casetas abiertas de los veleros P_{SUPS} es proporcional a la presión sobre la cubierta, pero no se tiene que tomar inferior a $P_{DS\text{ MÍN}}$ en las zonas donde se puede caminar.

$$P_{SUPS} = P_{DS\text{ BASE}} \times k_{AR} \times k_{DC} \times k_{SUP} \text{ kN/m}^2$$

Espesor mínimo o masa del reforzado para el casco

Según el apartado 10.6.2, para el metal o contrachapado el espesor mínimo viene dado por la siguiente fórmula:

$$t_{\text{MIN}} = k_5 \times (A + k_7 \times V + k_8 \times m_{\text{LDC}}^{0,33}) \text{ en mm}$$

Para los veleros, V debe tomarse igual a $2,36\sqrt{L_{\text{WL}}}$

Los factores A, k_5, k_7 y k_8 vienen dados en la tabla 14 de la norma:

Material	Situación	A	k_5	k_7	k_8
FRP	Fondo	1,5	Como se define en el apartado 10.5.6	0,03	0,15
	Costado/espejo de popa	1,5		0	0,15
Aluminio	Fondo	1,0	$\sqrt{(125 / \sigma_y)}$	0,02	0,1
	Costado/espejo de popa	1,0		0	0,1
Acero	Fondo	1,0	$\sqrt{(240 / \sigma_y)}$	0,015	0,08
	Costado/espejo de popa	1,0		0	0,08
Contrachapado	Fondo	3,0	$\sqrt{(30 / \sigma_{\text{uf}})}$	0,05	0,3
	Costado/espejo de popa	3,0		0	0,3

Tabla 38. Tabla 14 factores de espesor mínimo – Fuente: ISO 12215-6

Siendo σ_y el valor mínimo de límite elástico en tracción, en newtons por milímetro cuadrado.

El factor k_5 equivale entonces a $\sqrt{\frac{125}{235}} = 0,72932$. Se ha tomado el límite elástico como 230N/mm²

La V toma un valor de $V = 2,36\sqrt{16,619} = 9,62$

Por lo tanto el espesor mínimo es en el fondo:

$$t_{\text{min}} = 0,72932 \times (1,0 + 0,02 \times 9,62 + 0,1 \times 47708^{0,33}) = 3,42 \text{ mm}$$

Y el espesor mínimo en el costado (en el espejo de popa no se calcula, ya que el barco carece de este)

$$t_{\text{min}} = 0,72932 \times (1,0 + 0 \times 9,62 + 0,1 \times 47708^{0,33}) = 3,28 \text{ mm}$$

Para la cubierta, se toma el espesor mínimo como el que indica la *Tabla 15* de la misma norma, que es:

Situación	Espesor mínimo requerido para la cubierta t_{MIN}			
	mm			
	FRP	Aluminio	Acero	Madera, contrachapado
Cubierta	$k_5 (1,45 + 0,14 L_{\text{WL}})$	$1,35 + 0,06 L_{\text{WL}}$	$1,5 + 0,07 L_{\text{WL}}$	$3,8 + 0,17 L_{\text{WL}}$

Tabla 39. Espesor mínimo de cubierta – Fuente: ISO 12215-6

El cálculo del espesor mínimo de la cubierta es entonces:

$$\text{Espesor mínimo (en mm)} = 1,5 + 0,07 \times 16,619 = 1,663 \text{ mm}$$

Como se concluye, los valores de espesor mínimo de casco son bastante bajos. Esto se debe a que la principal limitación no será esta, sino la estructura longitudinal de la embarcación por demostrar numéricamente según la norma de referencia que este puede soportar los esfuerzos a los que se va a someter, junto con otras definiciones de espesor mínima que se hallan en la norma y dependen de factores como la presión o factores constructivos del barco.



Figura 95. Fiesta sobre la cubierta del Halve Maan – Fuente: metello.blog

Como se observa en la Figura 95, en donde investigando por la red se ha encontrado un blog de un propietario del Halve Maan, dadas las fiestas que se organizaban encima de su cubierta no se duda sobre la integridad estructural de esta.

Se encuentran diferentes definiciones de espesor mínimo en la norma. Un ejemplo de esto es la definición en el punto 10.3.2 de la misma, en donde se define el espesor requerido para los cascos metálicos como:

$$t = bxk_c x \sqrt{\frac{Pxk_2}{1000x\sigma_D}}$$

Donde

B es la dimensión menor del panel, de acuerdo con el apartado 9.1.1, en milímetros

k_c es el factor de corrección de curvatura para los paneles curvos, que se da en la *Tabla 6* de la norma.

P es la presión de diseño (fondos, costados, cubierta, etc.) del panel, según el capítulo 8, en KN/m^2

σ_D es la tensión de diseño del costado de metal, dado en la *Tabla 8*.

En este cálculo no se tiene en cuenta ningún margen para la corrosión ni para los efectos de técnicas de fabricación como el curvado. Por lo tanto es imperativo considerar un factor de ampliación a criterio del ingeniero, de caso contrario en cuando haya corrosión ya no cumplirá normativa. Siendo el casco de acero, se prevé que esto va a suceder del mismo modo que ya ha ocurrido.

El valor σ_D es expresado en la *Tabla 8* del capítulo 10 para el caso del acero, siendo:

Material	Elemento estructural	Tensión de diseño σ_d N/mm ²
Aleaciones de aluminio	Todos los elementos	$0,6 \sigma_{uw}^a$ o $0,9 \sigma_{yw}$
Acero	Todos los elementos	$0,6 \sigma_u^a$ o $0,9 \sigma_y$
^a Se aplica el valor más pequeño.		

Tabla 40. Tensiones de diseño para un costado metálico – Fuente: ISO 12215-6

Siendo σ_y el valor mínimo de límite elástico en tracción, en newton por milímetro cuadrado y σ_{ut} el valor mínimo de la resistencia a la tracción (tensión de rotura) en newton por milímetro cuadrado.

Llegados a haber obtenido los valores concretos de los espesores, se puede observar que los valores de espesor mínimo de casco en otras definiciones del mismo dependen de la estructura interna del barco. Por consiguiente, el Halve Maan cumple el espesor mínimo. Para la obtención de los otros valores de espesores mínimos que obtiene con el cálculo de la estructura ISONaval, se prevé que va a ser posible que llegue a la Categoría de Diseño B.

A priori se puede considerar que esto es poco probable, considerando que el barco tiene más de un siglo. Es importante tener en mente que era originalmente un barco de carga, y la distancia entre cuadernas longitudinales es considerablemente baja (30cm). Además de esto, el casco disponía de una espesor inicial de unos 8mm. Por lo tanto, debido a la poca ingeniería de la época, está claramente sobredimensionado para su labor.

Otro hecho que confirma esto es el enorme peso de la embarcación, ya que apenas dispone de sistemas (eléctrico, achique, etc.) por lo que la mayoría del peso es estructural.

Puntos de amarre

Para los puntos de amarre, se toma como referencia la normativa UNE-EN-ISO 15084:2003- Pequeñas embarcaciones, Fondeo, amarre y remolque. Puntos de amarre.

La normativa regula lo siguiente respecto al número de puntos de amarre:

- Todas las embarcaciones: un punto a proa para el fondeo y remolque;
- Embarcaciones de L_H superior a 12m y menores a 18m (La eslora de casco del Halve Maan es de 17,2m) : por lo menos un punto de amarre adicional en proa y en popa.

Respecto a la carga horizontal, nos indica que debe diseñar e instalarse de forma que pueda resistir una carga horizontal P en KN de:

- a proa, para el fondeo y para ser remolcado: donde
 $P_1 = f (4,3 L_C - 5,4)$ $f = 1,0$ (categorías de diseño A y B)
 - a proa, para el amarre: $= 0,9$ (categoría de diseño C)
 $P_2 = f (3,5 L_C - 4,3)$ $= 0,75$ (categoría de diseño D)
 - a popa: L_C es la eslora de cálculo:
 $P_3 = f (3,0 L_C - 3,8)$ $L_C = \frac{L_H + L_{WL}}{2}$
- $L_C \frac{17,2+16,619}{2} = 16,9095 \text{ m}$
 - $P_1 = 1 \times (4,3 \times 16,9095 - 5,4) = 67,5 \text{ KN}$
 - $P_2 = 1 \times (3,5 \times 16,9095 - 4,3) = 54,88 \text{ KN}$
 - $P_3 = 1 \times (3,0 \times 16,9095 - 3,8) = 46,92 \text{ KN}$

Es importante tener en cuenta estos factores, pues sería contraproducente totalmente no poder acceder a la zona de diseño B por elementos como los puntos de amarre, habiendo realizado toda la reforma estructural para asegurar llegar a ella.

Capítulo 3: Conclusiones

-Se puede concluir que se han cumplido los objetivos establecidos. Durante el desarrollo de este proyecto se ha creado el camino efectivo para una reforma tan atípica como es la de un barco del 1914, creando exitosamente una memoria técnica del proceso. Es evidente que basar el TFG en algo real y no puramente teórico conlleva unos resultados en forma de aprendizaje y primer contacto con el mundo de la ingeniería, incluso pudiéndose considerar como una lenta introducción al mercado laboral guiada por un profesional del sector, como lo es el tutor de este proyecto.

-Como se describe en el proyecto y se observa en los anexos 1,2 y 3 pasó una década desde inicio del Proyecto con la adquisición del barco al planteamiento técnico de reformarlo. Incluso 11 personas que figuraron inicialmente vendieron su parte del barco, desentendiéndose del mismo. Investigando por las redes, se encuentra que el barco tiene página de Facebook, Instagram e incluso protagonizó un acto de *Sea Shepherd*. La conclusión clara es que hasta la aparición de la figura del ingeniero el proyecto no pudo avanzar. Por lo que se observa que en el mundo artístico, e incluso el náutico la figura del ingeniero aunque tiene una connotación totalmente externa (sobre todo dentro del mundo del arte), es totalmente necesaria, incluso para proyectos históricos o de trasfondo artístico.

-Según el informe de mercado del sector náutico de España del 2019, más del 90% de barcos vendidos ya estaban usados, por lo que es común que muchos astilleros del país se especialicen en reparaciones y no en construcción, debido a este motivo durante el transcurso del proyecto el Halve Maan ha estado en varios puertos, y los socios juntamente con el autor han viajado por Cataluña por negociar presupuestos.

-Según el informe anual de ANEN (Asociación Nacional de Empresas Náuticas), de las 3.700 empresas del sector (incluyendo autónomos) el 90,6% son microempresas, de las cuales el 42% tienen menos de 10 años. Por este motivo, los precios de reparaciones o instalaciones son abruptamente estacionales, llegándose a doblar o triplicar un presupuesto para la misma obra. Debido a esto, existen puntos del Proyecto en los cuales no se adjunta presupuesto, puesto que este depende de cuándo se realice la reparación.

Bibliografía

- [1] Matt Young. **The Technical Writer's Handbook**. University Science Books, Mill Valley, CA, 1989
- [2] "Principles of Yacht Design". Lars Larsson, Rolf E. Eliasson. 3rd Edition. London 2000.
- [3] "An approximate power prediction method" "Holtrop, J., and Mennen, G.G.", (1982), , Shipbuilding Progress, Vol 29.
- [4] Vaquero, A., (2003), "**Teoría del buque**", Introducción a la propulsión de buques, Departamento de Artes Gráficas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, Universidad Politécnica de Madrid.
- [5] Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en la mar, (Edición consolidada 2014), "**SOLAS**", Impreso por Organización Marítima Internacional, ISBN 978-92-801-31253.
- [6] Watson, D. G. M., (1998) "**Practical Ship Design**", Elsevier Ocean Eng. Book series.
- [7] IMO. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (**MARPOL**). En: Organización marítima internacional [en línea]. [Consulta: Diciembre 2019]. Disponible en: <[http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)>
- [8] **Prevención de los abordajes en la mar: análisis e interpretación**, (Ediciones UPC), Primera edición. ISBN 84-8301-080-1.
- [9] **Real decreto 1185/2006** de 16 de octubre, por el que se aprueba el reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles.
- [10] **Real Decreto 1837/2000**, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles.
- [11] **Real Decreto 1434/1999**, de 10 de septiembre, por el que se establecen los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo para garantizar la seguridad de la vida humana en la mar y se determinan las condiciones que deben reunir las entidades colaboradoras de inspección.
- [12] **Real Decreto 1435/2010**, de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques.
- [13] **Real Decreto 1837/2000**, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles.
- [14] **Real Decreto 1027/1989**, de 28 de julio, sobre abanderamiento, matriculación de buques y registro marítimo.
- [15] **Real Decreto 98/2016**, de 11 de marzo, por el que se regulan los requisitos de seguridad, técnicos y de comercialización de las motos náuticas, embarcaciones deportivas y sus componentes.
- [16] **Real Decreto 544/2007**, de 27 de abril, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en la Lista séptima del Registro de matrícula de buques.
- [17] **Real Decreto 424/2016**, de 11 de noviembre, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales.
- [18] **Real Decreto 2/2020**, de 12 de enero, por el que se reestructuran los departamentos ministeriales.

- [19] **Real Decreto Legislativo 2/2011**, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- [20] **Real Decreto 638/2007**, de 18 de mayo, por el que se regulan las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos.
- [21] **Real Decreto 607/1999**, de 16 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del seguro de responsabilidad civil de suscripción obligatoria para embarcaciones de recreo o deportivas.
- [22] **Real Decreto 1837/2000**, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles.
- [23] **Real Decreto 1435/2010**, de 5 de noviembre, por el que se regula el abanderamiento y matriculación de las embarcaciones de recreo en las listas sexta y séptima del registro de matrícula de buques.
- [24] **Real Decreto 804/2014**, de 19 de septiembre, por el que se establecen el régimen jurídico y las normas de seguridad y prevención de la contaminación de los buques de recreo que transporten hasta doce pasajeros.
- [25] **En el RD 804/2014**, de 19 de septiembre, por el que se establecen el régimen jurídico y las normas de seguridad y prevención de la contaminación de los buques de recreo que transporten hasta doce pasajeros.
- [26] **AENOR UNE-EN ISO 10087**, Pequeñas embarcaciones. Identificación de cascos. Sistema de codificación. Madrid 2006.
- [27] **AENOR UNE-EN ISO 10133**. Embarcaciones de recreo. Sistemas eléctricos. Instalaciones de corriente continua a muy baja tensión. Madrid 2013.
- [28] **AENOR UNE-EN ISO 13297**. Embarcaciones de recreo. Sistemas eléctricos. Instalaciones de corriente alterna. Madrid 2015.
- [29] **ISO 8846:1990**. Small craft — *Electrical devices — Protection against ignition of surrounding flammable gases*
- [30] **ISO 14945:2004**. Small craft — Builder's plate
- [31] **AENOR UNE-EN ISO 4566**. Embarcaciones de recreo con motores interiores. Extremos de los árboles portahélices y bujes de conicidad 1:10. Madrid 1997.
- [32] **AENOR UNE-EN ISO 14726**. Embarcaciones y tecnología marina. Colores identificativos para el contenido de sistemas de tuberías. Madrid 2002.
- [33] **AENOR UNE-EN ISO 15748**. Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas. Planificación y diseño. Madrid 2003.
- [34] **AENOR UNE 20003**. Cobre-tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas. Madrid 1954
- [35] **AENOR UNE-EN ISO 10088**. Embarcaciones de recreo. Sistemas de combustible instalados de forma permanente. Madrid 2017.
- [36] **AENOR UNE-EN ISO 9093**. Pequeñas embarcaciones. Grifos de fondo y pasacascos. Madrid 2019.
- [37] **AENOR UNE-EN ISO 8849**. Pequeñas embarcaciones. Bombas de sentinas eléctricas de corriente continua. Madrid 2003.
- [38] **AENOR UNE-EN ISO 15083**. Pequeñas embarcaciones. Sistemas de bombeo de sentinas. Madrid 2003.
- [39] **Ley 38/1992**, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales.
- [40] **Real Decreto Legislativo 2/2011**, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- [41] **AENOR UNE-EN ISO 8666**. Pequeñas embarcaciones. Datos principales. Madrid 2019.
- [42] **AENOR UNE-EN ISO 12215-5**. Pequeñas embarcaciones. Construcción de cascos y escantillones. Parte 5: presiones de diseño, tensiones de diseño y determinación del escantillón. Madrid 2008.
- [43] **AENOR UNE-EN ISO 12215-6**. Pequeñas embarcaciones. Construcción de cascos y escantillones. Parte 6: Dispositivos estructurales y detalles de construcción. Madrid 2008.

- [44] **Orden FOM 1144/2003**, de 28 de abril. Por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo.
- [45] **Directiva 2013/53/UE** del parlamento europeo y del consejo de 20 de noviembre de 2013 relativa a las embarcaciones de recreo y a las motos acuáticas
- [46] **Bavaria Yachts**. Yates de referencia .[consultada en septiembre de 2019]. Disponible en: <<https://www.bavariayachts.com/en-uk/sailingyachts/cruiser-line/overview/>>
- [47] **Beneteau**. Yates de referencia. [consultada en septiembre de 2019] Disponible en:< <http://www.beneteau.com/es/vela>>
- [48] **Moody**. Yates de referencia. [consultada en marzo de 2020].Disponible en:< <http://moody-yachts.co.uk/>>
- [49] **Solé Diesel**. Cómo instalar la entrada de agua salada de un barco. En: Solé Diesel [en línea]. [Consulta: Febrero 2020]. Disponible en: <<http://blog.solediesel.com/comoinstalar-la-entrada-de-agua-salada-en-un-barco/>>
- [50] **Navegar.com** Escapes Húmedos. Precauciones de instalación. En: Navegar.com [en línea]. [Consulta: Noviembre 2020] Disponible en: <<http://www.navegar.com/escapeshumedos-precauciones-instalacion/>>
- [51] **Mitma.gob.es** Información sobre embarcaciones de recreo [consultada en marzo de 2020] Disponible en: <<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST147ZI63479&id=63479>>
- [52] **Topbarcos.com**. Información sobre legislación de recreo [consultada en marzo de 2020] Disponible en: < topbarcos.com/titulos_nauticos/nueva_legislacion_embarcaciones_recreo>
- [53] **Boe.es**. Reales Decretos de diversa índole [consultada entre junio 2019-abril 2020]
- [54] **Mindef.gob.bo**. Normativa y información técnico-legal [consultada entre junio 2019-abril 2020] Disponible en:<<http://www.mindef.gob.bo/maritima/Normativa%20de%20la%20Unidad%20de%20Marina%20Mercante%20REGLAMENTO%20ARQUEO.PDF>>
- [55] **Mindef.gob.bo**. Concepto embarcación de recreo [consultada entre junio 2019-abril 2020] Disponible en:< <https://www.mitma.gob.es/marina-mercante/nautica-de-recreo/adquisicion-de-la-embarcacion/concepto-de-embarcacion-de-recreo> >
- [56] **Cosasdebarcos.com**. Documentación e impuestos [consultada en abril de 2020] Disponible en: <<https://www.cosasdebarcos.com/blog/consejos/documentacion-e-impuestos-en-la-compra-de-un-barco>>
- [57] **Shop.pkys.com**. Instalación red eléctrica [consultada en abril de 2020] Disponible en: <https://shop.pkys.com/How-to-install-a-simple-shore-power-system-on-a-small-boat_b_86.html>
- [58] **Refit-dm.blogspot.com**. Caída de tensión [consultada en abril de 2020] Disponible en: <<http://refit-dm.blogspot.com/2012/09/la-caida-de-tension-en-corriente.html>>
- [59] **Serior.com**. Normativa extintores [consultada en febrero de 2020] Disponible en: <<https://serior.com/normativa-extintores-barcos/>>
- [60] **Repositorio.upct.com**. Protecciones eléctricas [consultada en enero de 2020] Disponible en: <<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3601/pfc5104.pdf;jsessionid=594B07AD31A99973B99D9EED93B5CC70?sequence=1>>
- [61] **montajeselectricoscenteno.com**. Esquema eléctrico a bordo [consultada en octubre de 2019] Disponible en: <<http://www.montajeselectricoscenteno.es/esquema-electrico-12v-barco/>>
- [62] **fondear.org**. Circuito de agua dulce caliente [consultada en enero 2019] Disponible en: <http://www.fondear.org/infonautic/Equipo_y_Usos/Bricolaje/Termo-Agua/Reparacion-Termo-Agua.asp>
- [63] **metello.org**. Halve Maan en el 2008 [consultada en Abril de 2020] Disponible en: < <https://metello.blog/index.php/2007/08/30/halve-maan/> >
- [64] **upcommons.upc.edu**. Trabajos de final de grado de diversa índole [consultada marzo 2020] Disponible en: < <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/28592/> >

Anexo 1 – Primer contrato

SHIPPING PURCHASE AGREEMENT

Garraf April 1st 2017

CONTRACT BEETWEEN,

Ken Hardy, with Passport number [REDACTED] 4, and email [REDACTED] (hereafter referred to as *the Seller*)

1. Marc Alberti Pradera, with Passport number [REDACTED] established at [REDACTED]

2. Ivana Edita Bort, with Passport Number [REDACTED], established at C/ N. [REDACTED]

3. Francesc Casanovas Balaguer, with Passport number [REDACTED] [REDACTED]

4. Rosa M. Casas Villodre, with Passport number [REDACTED] established at [REDACTED]

5. Verónica Cendoya Serra, with Passport number [REDACTED] established at [REDACTED]

6. Sergi Claret Alegre, with Passport number [REDACTED] established at C/ [REDACTED]

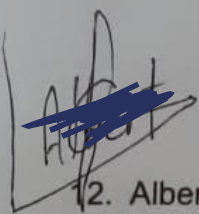
7. Mauricio Córdova del Carpio, with Passport number [REDACTED] established [REDACTED]

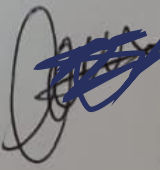
8. Marina Gatell Poch, with Passport number [REDACTED] established at [REDACTED]

9. Marcel Llorens Gonzalez, with Passport number [REDACTED] established at [REDACTED]

10. Nicolau Mallol Duque, with Passport number [REDACTED] established at C/ [REDACTED]

11. Toni Romero Cervia, with Passport number [REDACTED] established at en [REDACTED]


12. Albert Salazar Sanchez-Bueno, with Passport number [REDACTED]
established at [REDACTED]


13. Teresa Vizcaya Prieto, with Passport number [REDACTED] established at C/
[REDACTED]

(Hereafter referred to as the *Buyer*).

INTERVENE

Both parts act in his own name and representation.

Both parties mutually recognize their legal capacity, which is necessary for the present grant, and the assumption of the obligations arising therefrom because neither part has limited its legal power to contract; and they agree to voluntarily establish the following purchase agreement.

EXPOUND

I.- The SELLER Mr. Ken Hardy claims that he is the current lawful owner of the following boat:

- Brand and model: RIVOTED STEEL DUTCH BARGE
- Registration: SSR118599
- Name: "HALVE MAAN"
- Engine type: 1 DAF engine, 260 hp ID: 22290

Currently, the said vessel is moored at the Garraf Marina, which is concessioned and managed by the Club Nàutic Garraf.

II.- That both parties being interested in signing a CONTRACT PURCHASE AGREEMENT in relation to the vessel duly reviewed in Exhibit I of this contract, both parties formalize the same subject to the following,

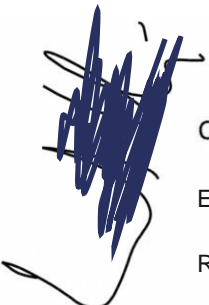
CONVENANT

FIRST.- Purpose of the contract

- I. The object of this purchase agreement is the boat named "HALVE MAAN", indicated in Exhibit I, in the current state of use and conservation in which it finds itself and which the *BUYER* expressly declares to know and accept.
- II. Correspondingly, the SELLER Mr. **KEN HARDY** sells and transmits to the buyer, who buys and acquires the vessel described above; delivering the boat

III.- The price of the present sale takes into account the current state of the boat.


Anexo 2 – Segundo contrato



CONTRATO DE COMPRA-VENTA DE EMBARCACIÓN

En Barcelona, a 14 de noviembre del 2018 .

REUNIDOS



De una parte, Don Marc Alberti Pradera, con D.N.I. [redacted] mayor de edad, con domicilio en la [redacted]

Doña Ivana Edita Bort, con DN.I. [redacted] mayor de edad, con domicilio en la calle N. [redacted]

D. Francesc Casanovas Balaguer, con D:N.I n [redacted], mayor de edad, con domicilio en la [redacted]


D. Rosa M. Casas Vilodre, con [redacted] mayor de edad, con domicilio en la calle [redacted]



D. Verónica Cendoya Serra, con D:N.I [redacted] mayor de edad, con domicilio en la calle [redacted]

D. Sergi Claret Alegre, con D:N.I [redacted], mayor de edad, con domicilio en la calle alger [redacted]

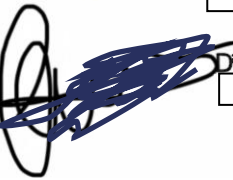
D. Mauricio Córdoba del Carpio, con D:N.I [redacted] mayor de edad, con domicilio en la [redacted]



D. Marcel Llorens González, con [redacted] con domicilio en la [redacted]

D. Tony Romero Cervia, con D:N.I n [redacted] mayor de edad, con domicilio en la calle [redacted]

D. Albert Salazar Sanchez-Bueno, con [redacted] mayor de edad, con domicilio en la [redacted]




Dª Teresa Vizcaya Prieto, con [redacted], mayor de edad, con domicilio en la calle [redacted]



Y de otra parte, Doña Marina Gatell Poch - [redacted] mayor de edad, con domicilio en la [redacted]


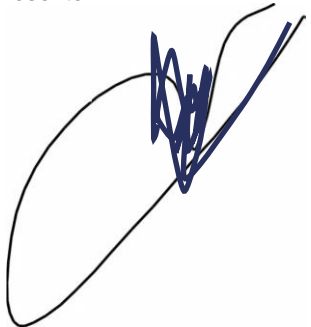
y D. Nicolau Mallol Duque con D.N.I. [redacted] mayor de edad, con domicilio en la calle [redacted] como compradores;



INTERVIENEN Todos en nombre propio, acreditando su identidad por los documentos indicados; se reconocen mutuamente capacidad y legitimación para celebrar el presente contrato de compra-venta y, al efecto,

EXPONEN

Que los arriba firmantes como propietarios de una décimo tercera parte cada uno de la Embarcación de Recreo HAL VE MAAN, con matrícula SSR118599.



Que dicha embarcación se encuentra inscrita en el Registro de la Provincia Tarragona ..

ACUERDAN

PRIMERO.- Don Marc Alberti Pradera, D^a Ivana Edita Bort, D Francesc Casanovas Balaguer, D^a Rosa María Casas Vilodre, D^a Verónica Cendoya Serra, D. Sergi Claret Alegre, D. Mauricio Córdova del Carpio, D. Marcell Llorens González, D. Toni Romero Cervia, D. Albert Salazar Sanchez-Bueno y D^a teresa Vizcaya Prieto, VENDEN a D^a Marina Gatell Poch y D. Nicolau Mallo! Duque que COMPRAN, la embarcación antes descrita, con cuantos derechos, usos y servicios le corresponden y le sean inherentes a dicha embarcación, garantizando a tal efecto los vendedores que es de su legítima propiedad y no tiene cedido a tercera persona, embargado ni sujeto a responsabilidad alguna, y si existiera algún impedimento para efectuar en los Organismos Oficiales la correspondiente transferencia de propiedad a favor del adquirente, se hace responsable de ellos.

SEGUNDO.- Pago del precio, los contratantes señalan como precio de esta compraventa la cantidad de mil seiscientos setenta y ocho con noventa y tres EUROS (1.678,93). El precio acordado para la compra-venta de la Embarcación, las partes hacen efectivo el pago en el momento de la firma del presente contrato de compra-venta.

Todas las partes, de conformidad con lo que antecede, firman por duplicado el presente CONTRATO DE COMPRAVENTA, en el lugar y fecha al principio indicado.

LOS VENDEDORES

LOS COMPRADORES,

The image shows a collection of handwritten signatures in blue ink. On the left side, there are approximately 10-12 signatures, representing the sellers (LOS VENDEDORES). On the right side, there are 3-4 signatures, representing the buyers (LOS COMPRADORES). The signatures are varied in style, some being very bold and scribbled, while others are more fluid and cursive. The overall impression is that of a formal legal document where multiple parties have signed to attest to the transaction.

Anexo 3 – Tercer contrato

CONTRATO DE COMPRA-VENTA DE EMBARCACIÓN

En Barcelona, a 17 de Diciembre del 2018 .

REUNIDOS,

Doña Marina Gatell Poch -[REDACTED], mayor de edad, con domicilio en la [REDACTED]

D. Nicolau Mallol Duque con D.N.I.. [REDACTED], mayor de edad , con domicilio en la c/ [REDACTED] como vendedores;

Y de otra parte,

D.Javier Pérez santana [REDACTED], mayor de edad, ([REDACTED])

D. Laureano Melchor Nomen Torres, DNI [REDACTED]

D. Bernat Saumell Calaf, DNI [REDACTED]

INTERVIENEN

Todos en nombre propio, acreditando su identidad por los documentos indicados; **se reconocen mutuamente capacidad y legitimación** para celebrar el presente contrato de compra-venta y, al efecto,

EXPONEN

Que los arriba firmantes actúan como propietarios (vendedores) del 50% % cada uno de la totalidad (100 % entre los dos) de la **Embarcación de Recreo** HALVE MAAN, con matrícula SSR118599.

ACUERDAN

PRIMERO.- Participación de la propiedad.

Dª Marina Gatell Poch y D. Nicolau Mallol, VENDEN A D.Javier Pérez santana, D. Laureano Melchor Nomen Torres, D. Bernat Saumell Calaf, que COMPRAN el 20% cada uno , es decir el 60% del total entre todos, la embarcación antes descrita, con cuantos derechos, usos y servicios le corresponden y le sean inherentes a dicha embarcación ,garantizando a tal efecto los vendedores que es de su legítima propiedad y no tiene cedido a tercera persona, embargado ni sujeto a responsabilidad alguna, y si existiera algún impedimento para efectuar en los Organismos Oficiales la correspondiente transferencia de propiedad a favor del adquirente, se hace responsable de ellos.

SEGUNDO.- Pago del precio,

Los contratantes señalan como precio de esta compra-venta por ese 60% es la cantidad de mil ochocientos euros(1.800 euros), a razón de 600 euros cada uno de ellos . Las partes hacen efectivo el pago en el momento de la firma del presente contrato de compra-venta.

TERCERO.- Valor actual.

El valor actual del barco se declara que es tres mil euros (3000 euros) y que cada uno de los socios posee el 20%.

Todas las partes, de conformidad con lo que antecede, firman 5 copias (una para cada uno) el presente CONTRATO DE COMPRAVENTA , en el lugar y fecha al principio indicado.

LOS VENDEDORES

LOS COMPRADORES,

Anexo 4 – Abanderamiento en España de una embarcación comunitaria

ABANDERAMIENTO EN ESPAÑA DE EMBARCACIÓN COMUNITARIA

- Fotocopia compulsada del D.N.I. /NIF / o ~~pasaporte comunitario~~, y nombrar un ~~representante legal en España a través de un simple documento (sin intervención notarial)~~ en el que deben firmar representante y representado, legalizando las firmas en Capitanía o a través de vuestro banco.
- Baja de bandera del país de origen. Hay que aportar el documento original con la apostilla de la Haya y adjuntar traducción oficial al castellano. *por un traductor jurado*
- IMPUESTO DE MATRICULACIÓN. Impreso 565. *Hacienda* Es el 12% del valor declarado que, para evitar "adicionales", deberá coincidir con el valor según tablas de Hacienda. *PAGA A PARTIR DE 8,00 metros eslora.*
- Certificado de conformidad o comprobación de homologación, o marca CE, por parte de la Inspección Marítima. Si no hubiera nada de esto habría que hacer planos por un gabinete técnico.
- Tasa de matriculación. Modelo 790 liquidado. Son *18'65* ~~17,97 euros 2013~~
- Material de Inspección: Hay que comprobar que dicho material será aceptado en España. Procede la tasa de Inspección que corresponda.

el - el - el 1990

Anexo 5 – Closed transcript of registry of a British ship



Maritime and Coastguard Agency
Asiantaeth Forwrol A Gwylwyr Y Glannau

CLOSED TRANSCRIPT OF REGISTRY OF A BRITISH SHIP

PARTICULARS OF SHIP

SSR NUMBER	:	SSR118599
NAME OF SHIP	:	HALVE MAAN
DESCRIPTION	:	MOTOR SAILER
CLASS/MAKE	:	AMSTERDAN Y-22
OVERALL LENGTH	:	17.02 metres
NUMBER OF HULLS	:	1
H.I. NUMBER	:	22290

REGISTRATION DETAILS

DATE FIRST REGISTERED	:	31 August 2005
DATE OF LAST CERTIFICATE	:	23 March 2009
DATE OF EXPIRY	:	23 March 2014
DATE REGISTRATION CLOSED	:	23 March 2014

I certify that this transcript consisting of 2 pages is a true extract from Part III of the Register (Small Ships Register) now in my charge showing descriptive particulars as at 25 February 2020

Signed _____

For and on behalf of the Registrar General of Shipping & Seamen
UK Ship Register
Anchor Court
Keen Road
Cardiff
CF24 5JW



The following details show the ownership of the HALVE MAAN O.N. SSR118599

Name & Address

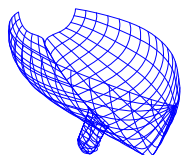
MR DANIEL SCOTT

BDUNITED KINGDOM



Handwritten signature
21/12/2020

Anexo 6 – Presupuesto ISONaval

**ISONAVAL**

OFICINA TÉCNICA DE INGENIERÍA NAVAL

Paseo Juan de Borbón, 92-4ª planta - 08003 Barcelona - Tel:93 221 21 66 Fax:93 221 10 47 e-mail: wpeggram@isonaval.net

Contacto/ Cliente: Pau Mestre

Fecha: 17 Feb 2020

Ref: 200214-1

MÓDULO EPF/PCA (Post construcción) – PRESUPUESTO DOCUMENTACIÓN Y PROCESO	
VELERO ACERO DE ESLORA 18m	
I. Documentación técnica mínima de soporte:	
1.	Memoria técnica descriptiva para el marcado CE
2.	Plano de formas (para ello medición 3D laser básica, incluido en este presupuesto. El barco debe estar en seco y accesible físicamente por fuera.)
3.	Plano/s de disposición general
4.	Plano vélico (descriptivo del existente. Isonaval no realiza cálculo ni diseño del mismo)
5.	Estructura. Planos de estructura cuaderna maestra.
6.	Plano de disposición de tanques
7.	En el caso de tanques no comerciales y tanques estructurales (prohibidos si se trata de gasolina), planos y esquemas constructivos de los mismos.
8.	Esquemas o diagramas de sistemas, cuando corresponda: <ul style="list-style-type: none">• combustible• agua dulce• agua salada• achique
9.	Esquemas eléctricos y/o memoria eléctrica básico (Nota no es un proyecto eléctrico completo, sólo el resumen de la instalación eléctrica.)
10.	Esquema de ventilación de máquinas
11.	Escantillonado completo según la norma ISO 12215 o una norma de la Sociedad de Clasificación. NOTA: la determinación de espesores no la realiza Isonaval. El cliente deberá aportar informe con los espesores de acero hallados.
12.	Estudio de pesos. Estimación de centros de gravedad.
13.	Tablas hidrostáticas con rango suficiente (al menos un 10% por encima del calado máximo)
14.	Tablas KN tablas con rango suficiente (por encima de los 120 grados, del ángulo de estabilidad nula o del ángulo de inundación)
15.	Estudio de estabilidad para las condiciones de carga (al menos, mínima operación y máxima carga). Puede ser el estudio de pre o post-ensayo de estabilidad, pero los resultados finales de la estabilidad y desplazamientos será obtenido a partir de la prueba de estabilidad.
16.	Manual de propietario (que recoja los resultados finales).

NOTAS:	<ul style="list-style-type: none"> Excepto el manual del propietario, todos los documentos estarán registrados o visados por un ingeniero naval colegiado, de Isonaval. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Muy importante: en el caso de multicascos con cascos habitables, deben estar previstos necesariamente una salida de emergencia en caso de vuelco (normalmente escotillas). 	
	<ul style="list-style-type: none"> Siempre que exista se debe facilitar la información adicional siguiente: documentación de origen de la embarcación y motores, especificaciones de materiales o reformas realizadas, etc. <p>NOTA: Isonaval no proyecta las reformas. Las documentaría como parte de la memoria técnica o justificación de estabilidad o estructura, una vez realizadas estas por taller / técnico competente.</p>	
II. Comprobaciones y pruebas in situ.		
	<ul style="list-style-type: none"> Sin perjuicio de que pueden coincidir varias comprobaciones en una sola visita o más de una, si se considera necesario (por ejemplo, para verificar deficiencias resueltas, si fuese el caso): 	
1.	Comprobación de dimensiones (en seco)	
2.	Inspección de equipos y sistemas	
3.	Prueba de estabilidad (barco completo de pesos o en una situación conocida de los mismos)	
4.	Pruebas de maniobra (barco al 100% y motor operativo)	
	IMPORTE, €	9500
	IVA 21%, €	1995
	TOTAL, €	11495

Anexo 7 – Tasa de matriculación

CENTRO GESTOR

DIRECCIÓN GENERAL
DE LA MARINA MERCANTE

TASA

REGISTRO DE BUQUES
Y EMPRESAS NAVIERAS

CÓDIGO

0 2 5

MODELO

790

IDENTIFICACIÓN (1)

Espacio reservado para la etiqueta identificativa del sujeto pasivo.
Si no dispone de etiquetas, consigne los datos que se solicitan en las
líneas inferiores.

DEVENGO (2)

Ejercicio.....

Nº DE JUSTIFICANTE

790025495708 6

N.I.F.

Apellidos y nombre o Razón Social

Calle, Plaza, Avda.

Nombre de la vía pública

Número

Esc.

Piso

Puerta

Teléfono

Municipio

Provincia

Código Postal

AUTOLIQUIDACIÓN (3)

☐ Inscripción

☐ Baja

☐ Anotación en hoja de Asiento

☐ Certificación o copia de hoja de asiento

☐ Copia simple del contenido de los expedientes

Concepto:

Otras aclaraciones (si procede):

DECLARANTE

..... a de de

Firma:

INGRESO

Ingreso efectuado a favor del TESORO PÚBLICO cuenta restringida de la
A.E.A.T. para la Recaudación de TASAS

Importe Euros:

I 18 65

Forma de pago: En efectivo ☐ E.C. Adeudo en cuenta ☐

Código cuenta cliente (CCC)

Entidad	Oficina	DC	Núm. de cuenta

OBSERVACIONES

PLAZO PARA EFECTUAR EL INGRESO:

Según el Art. 62.2 de la Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria:

En las deudas tributarias resultantes de liquidaciones practicadas por la Administración el pago en período voluntario deberá hacerse en los siguientes plazos:

- Si la notificación de la liquidación se realiza entre los días 1 y 15 de cada mes, desde la fecha de recepción de la notificación hasta el día 20 del mes posterior o, si éste no fuera hábil, hasta el inmediato hábil siguiente.
- Si la notificación de la liquidación se realiza entre los días 16 y último de cada mes, desde la fecha de recepción de la notificación hasta el día 5 del segundo mes posterior o, si éste no fuera hábil, hasta el inmediato hábil siguiente.

LUGAR DE PAGO:

A través de ENTIDADES COLABORADORAS (Bancos, Cajas de Ahorro y Cooperativas de Crédito) en las que no es preciso tener cuenta abierta, mediante la presentación de este documento de ingreso.

RECURSOS:

Contra la presente liquidación podrá interponerse recurso de REPOSICIÓN ante el órgano que la ha practicado, en el plazo de 1 mes a contar desde el siguiente a la notificación de la liquidación, o reclamación ante el Tribunal Económico-Administrativo competente en el mismo plazo, sin que puedan simultanearse ambos recursos.

El procedimiento recaudatorio solamente se suspenderá si en el momento de interponer el recurso de reposición o la reclamación económico-administrativa, se garantiza el pago de la deuda en los términos y condiciones señalados en los artículos 39 y siguientes del Real Decreto 520/2005, de 13 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento general de desarrollo de la Ley 58/2003 de 17 de diciembre, General Tributaria, en materia de revisión en vía administrativa.

CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE INGRESO:

El vencimiento del plazo de ingreso en período voluntario, sin haber sido satisfecha la deuda, determinará el inicio del procedimiento de apremio, el devengo del recargo del apremio y de los intereses de demora, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 161 de la Ley General Tributaria.

Anexo 8 – Solicitud de Matriculación/Abanderamiento



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE

DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE

Espacio reservado para observaciones, codificaciones informáticas

Registro de presentación			Registro de entrada

SOLICITUD DE MATRICULACIÓN / ABANDERAMIENTO

INDICAR TIPO DE SOLICITUD:

<input type="checkbox"/> ABANDERAMIENTO/MATRICULACIÓN DE BUQUE/EMBARCACIÓN	<input type="checkbox"/> Mayor de 24 metros de eslora
<input type="checkbox"/> ABANDERAMIENTO PROVISIONAL	<input type="checkbox"/> Menor de 24 metros de eslora
<input type="checkbox"/> ABANDERAMIENTO PROVISIONAL A DEFINITIVO	<input type="checkbox"/> Pasaje L \geq 12 metros de eslora

Datos del propietario/ titular registral	Apellidos y Nombre o Razón Social:		NIF/CIF:		
	Vía Pública:	Número:	Escalera:	Piso:	Puerta:
	Código Postal:	Localidad:	Provincia:	País:	
	Teléfono:	Fax:	Email:		

Datos del apoderado, administrador o representante	<input type="checkbox"/> Apoderado <input type="checkbox"/> Administrador (ver nota) <input type="checkbox"/> Representante		NIF/CIF:		
	Apellidos y Nombre o Razón Social:				
	Vía Pública:	Número:	Escalera:	Piso:	Puerta:
	Código Postal:	Localidad:	Provincia:	País:	
	Teléfono:	Fax:	Email:		

NOTA: En caso de haber apoderado, administrador y representante, se especificarán sólo los datos del REPRESENTANTE.

Datos del buque si abandonado provisionalmente	Nombre del buque:	Lista:	Folio – Año:	NIB
	Puerto de matrícula:	GT	TRB	
	Eslora	Año de construcción		

Datos del domicilio a efectos de notificaciones	A retirar en: <input type="checkbox"/> Capitanía Marítima/Distrito Marítimo <input type="checkbox"/> Servicios Centrales (DGMM)				
	A remitir al domicilio que se especifica a continuación: <input type="checkbox"/> Propietario <input type="checkbox"/> Apoderado <input type="checkbox"/> Administrador <input type="checkbox"/> Representante				
	En caso contrario a los anteriores, remitir al domicilio que se indica a continuación:				
	Apellidos y Nombre o Razón Social:		NIF/CIF:		
	Vía Pública:	Número:	Escalera:	Piso:	Puerta:
	Código Postal:	Localidad:	Provincia:		
Teléfono:	Fax:	Email:			



Documentación a aportar (Marque con una X la documentación que se acompañe)	
Documentación genérica registral	<input type="checkbox"/> 1 Copia DNI, Pasaporte o NIF (en vigor).
	<input type="checkbox"/> 2 Consentimiento para que mis datos de identidad puedan ser consultados por la DGMM en virtud del R.D.522/2006, de 28 de abril.
	<input type="checkbox"/> 3 Escritura de Constitución de Sociedad.
	<input type="checkbox"/> 4 Estatutos de la Sociedad en caso de renovación del mismo.
	<input type="checkbox"/> 5 Apoderamiento.
	<input type="checkbox"/> 6 Certificado de baja provisional/definitivo del Registro de la bandera de procedencia.
	<input type="checkbox"/> 7 Documento que acredite la representación, conforme al art. 32 de la Ley 30/1992.
	<input type="checkbox"/> 8 Fotocopia del C.I.F., en su caso.
	<input type="checkbox"/> 9 Tasa vigente Modelo 790 – 025 (disponible también desde la Sede Electrónica www.fomento.es).
	<input type="checkbox"/> 10 Otra documentación, especificar cual:

PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE NOMBRE POR ORDEN DE PREFERENCIA:
El PROPIETARIO (o el representante, en su caso) SOLICITA el abanderamiento/matriculación según el R.D.1027/1989, de 28 de julio, sobre abanderamiento de buques (BOE nº194). Para ello PROPONE la siguiente terna de nombres por orden de preferencia (el titular asume que, en caso de nombres ya existentes, la Capitanía asigne el ordinal/numeral correspondiente):
1º
2º
3º
Lista:
Actividad:

NOTA: Los documentos otorgados en el extranjero que hayan de reflejarse en el Registro Marítimo de Buques deberán estar legalizados por el Consulado de España con jurisdicción en el lugar de otorgamiento, que certificará además, en cuanto a la capacidad de los otorgantes y formalidades legales observadas en el país en que los documentos hayan sido autorizados. Tal legalización será refrendada por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación y traducido su texto al español. (Art.24 del R.D.1027/1989, de 28 de julio, BOE nº194).

Documentación a aportar para el ABANDERAMIENTO PROVISIONAL A DEFINITIVO (Marque con una X la documentación que se acompañe)	
Documentación específica registral	<input type="checkbox"/> 1 Documentación acreditativa de la propiedad: <input type="checkbox"/> Certificación de inscripción en el Registro de Bienes Muebles. <input type="checkbox"/> Escritura pública de compraventa, liquidada de impuestos.
	<input type="checkbox"/> 2 Consentimiento del acreedor si hay cargas.
	<input type="checkbox"/> 3 Documento Único Administrativo (DUA), en su caso.
	<input type="checkbox"/> 4 Acta definitiva del Juzgado, en su caso.

Documentación a aportar para ABANDERAMIENTO PROVISIONAL / DEFINITIVO DE BUQUE (Marque con una X la documentación que se acompañe).	
Documentación registral	<input type="checkbox"/> 1 Documentación acreditativa de la propiedad en caso de abanderamiento provisional: <input type="checkbox"/> Contrato privado de compraventa, (Bill of sale). <input type="checkbox"/> Contrato de arrendamiento. <input type="checkbox"/> Escritura pública de compraventa, liquidada de impuestos. Documentación acreditativa de la propiedad en caso de abanderamiento definitivo: <input type="checkbox"/> Certificación de inscripción en el Registro de Bienes Muebles. <input type="checkbox"/> Escritura pública de compraventa, liquidada de impuestos.
	<input type="checkbox"/> 2 Resolución favorable del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, o de la Comunidad Autónoma correspondiente con competencia en la materia, en su caso.
	<input type="checkbox"/> 3 Consentimiento del propietario en caso de abanderamiento provisional, si fuese necesario.
	<input type="checkbox"/> 4 Consentimiento del acreedor en caso de abanderamiento provisional, si fuese necesario.
	<input type="checkbox"/> 5 Documento Único Administrativo, (DUA), en su caso.
	<input type="checkbox"/> 6 Acta definitiva del Juzgado, en su caso.
	<input type="checkbox"/> 7 Para la inspección, la embarcación se encontrará en el puerto de: _____ sito en: _____ en fecha: _____ a la hora: _____
Documentación técnica	Documentación a aportar para abanderamiento de buques que SATISFAGAN EL REGLAMENTO (CE)789/2004. <input type="checkbox"/> 1 Aporta proyecto de abanderamiento. Incluya copia de los certificados, documentos o declaraciones de conformidad expedidos por un Estado Miembro o una Organización Reconocida, de conformidad con el art.4 de la Directiva 94/57/CE, que actúe en su nombre, de conformidad con lo establecido en los convenios internacionales en la materia. Documentación y planos exigidos en el art.22 y en su normativa de desarrollo para la autorización del proyecto de construcción de un buque en territorio español (art.33.4 R.D.1837/2000, de 10 de noviembre)
	Documentación a aportar para abanderamiento de buques que NO SATISFAGAN EL REGLAMENTO(CE) 789/2004. <input type="checkbox"/> 1 Aporta proyecto de abanderamiento. Incluya copia de los certificados, documentos o declaraciones de conformidad expedidos por un Estado Miembro o una Organización Reconocida, de conformidad con el art.4 de la Directiva 94/57/CE, que actúe en su nombre, de conformidad con lo establecido en los convenios internacionales en la materia. Estudio técnico que justifique que cumple con todos los requisitos adicionales de la reglamentación nacional correspondientes a su clase y tamaño, (art.34.1 del R.D.1837/2000).

NOTA: Los buques que satisfagan el Reglamento (CE) 789/2004 deberán:

- Cumplir con el art.3.1 a)b) del Reglamento (CE) 789/2004.
- Haber estado previamente matriculados en otro Estado Miembro.
- Cumplir las prescripciones sobre seguridad, protección y prevención de la contaminación relativa a la construcción y el equipamiento de los buques, establecidas en los Convenios.
- Llevar los equipos aprobados y homologados de conformidad con la Directiva 96/98/CE sobre equipos marinos.

En caso de que el buque no satisfaga los requerimientos anteriormente expuestos, se le tratará como buque perteneciente a Estado no miembro, de acuerdo con lo especificado en el art.33 del R.D.1837/2000, de 10 de noviembre.

EXPONE	
--------	--

Lugar y fecha:
DIRECTOR GENERAL DE LA MARINA MERCANTE

Firma del propietario/titular registral

Firma apoderado/administrador/representante

Anexo 9 – Material de seguridad

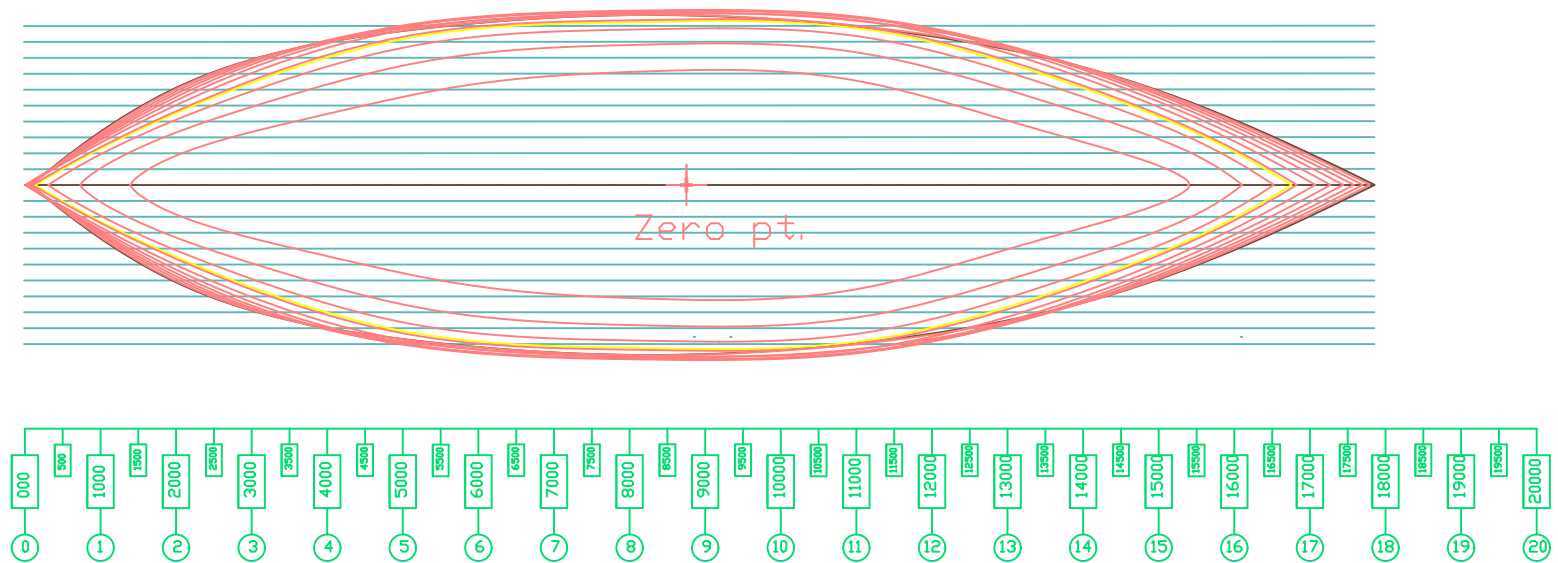
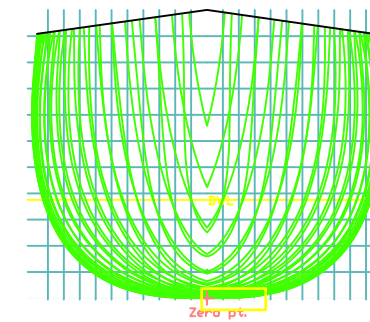
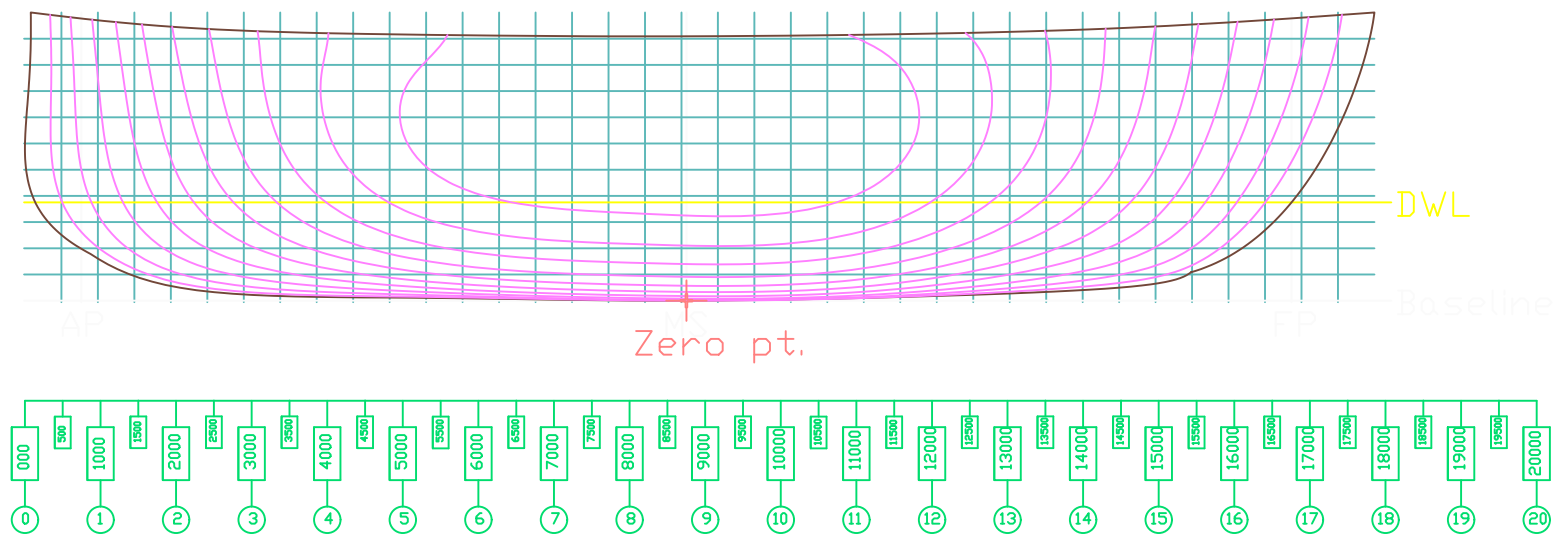
**OSOT OPVUUAOAUOSXOF OPVUEAUO: OSOUAOAUOUUUUAT AVOUSAF7WOUZOOAUT WP OOUOPOUAY
OOPQWOUOSOFUUBUUAOO~ PAZUPAOAPXOOOQ P**

OP{ ^} q AZ[] aa^Aaa^* aa5}	1	2	3	4	5	6	7
Balsa salvavidas con homologación SOLAS (RD 809/99) ó ISO 9650	Sí	Sí	Sí				
Aros salvavidas (uno al menos llevará luz y rabiza)	2	1	1	1			
Chalecos salvavidas* (Flotabilidad mínima requerida.)	100% (+10%) SOLAS o CE (275 N)	100% SOLAS o CE (150 N)	100% SOLAS o CE (150 N)	100% SOLAS o CE (150 N)	100% SOLAS o CE (100 N)	100% SOLAS o CE (100 N)	100% SOLAS o CE (100 N)
Cohetes con luz roja y paracaídas	6	6	6	6			
Bengalas de mano	6	6	6	6	3	3	
Señales fumígenas flotantes	2	2	1	1			
Baldes contra incendios con rabiza (válidos para achique) serán robustos, de plástico u otro material, y de 7 litros como mínimo.	2	2	2	1	1	1	
Compás de gobierno	2	2	1	1			
Corredera (ó GPS)	1	1					
Prismáticos	1	1	1	1			
Cartas y libros náuticos de la zona de navegación (libros de faros, derroteros, anuario de mareas, manual de primeros auxilios, reg. de radiocomunicaciones)	Sí	Sí	Sí	Sí			
Compás de puntas, transportador y regla de 40 cm.	1	1					
Bocina de niebla a presión manual (si es de gas con recipiente y membrana de respeto)	1	1	1	1	1	1	1
Campana (para eslora > 15 m) o medios para producir sonido para esloras inferiores	1	1	1	1			
Pabellón nacional	1	1	1	1	1	1	1
Código de banderas (mínimo banderas "C" y "N")	1	1					
Linternas estancas (con bombilla y pilas de respeto)	2	2	1	1			
Espejo de señales	1	1	1	1	1	1	1
Código de señales (si se montan aparatos de radiocomunicaciones)	1	1	1	1	1	1	1
Reflector de radar (sólo para casco no metálico)	1	1	1	1			
Botiquín (si la tripulación es contratada será el prescrito en el R.D. 258/1999 de 12 de febrero)	Tipo C (completado según viaje)	Tipo C	Tipo balsa de salvamento	Tipo balsa de salvamento	Tipo nº 4		
Caña de timón de emergencia en embarcaciones de vela y en las de un sólo motor si el gobierno es a distancia, excepto si el motor es fuera borda o de transmisión en Z	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estachas de amarre al muelle (en su caso), de longitud y resistencia adecuados a la eslora de la embarcación	2	2	2	2	2	2	2
Bichero	1	1	1	1	1	1	1
Remo de longitud suficiente y dispositivo de boga (o un par de zaguales para embarcaciones de eslora inferior a 6 metros)	1	1	1	1	1	1	1
Inflador y juego de reparación de pinchazos en embarcaciones neumáticas rígidas y semirrígidas	1	1	1	1	1	1	1

Elemento / Zona de navegación	1	2	3	4	5	6	7
Extintores portátiles, en función de la eslora	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Extintores portátiles, en función de la potencia (excepto fuera borda < 20 kW en zonas 6 y 7)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Extinción fija contra incendios (intra bordas diesel de más de 120 Kw y gasolina) y extractor de gases si el motor es de gasolina	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Detector de gases (con instalaciones de gas combustible)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Bombas de achique (en veleros al menos una manual y fija operable desde la bañera)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Depósitos de retención de aguas sucias permanentes y conexiones y descargas con dispositivos de cierre (embarcaciones con aseos)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Equipos para desmenuzar y desinfectar y equipos de tratamiento en caso de descargas en zonas permitidas (embarcaciones con aseos)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Líneas de fondeo (mínimo 5 veces la eslora)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
NAVTEX	1						
Radioteléfono ondas hectométricas (MF/HF) con LSD	SOLAS						
Radioteléfono ondas métricas (VHF) con LSD (el fijo debe contar con GPS)	FIJO + PORTÁTIL	FIJO + PORTÁTIL (o respond. de radar)	FIJO	FIJO	FIJO o PORTÁTIL		
Respondedor de radar 9 GHz	SÍ	SÍ (o VHF PORTÁTIL)					
Radiobaliza 406 MHz	SOLAS	SOLAS	SOLAS				

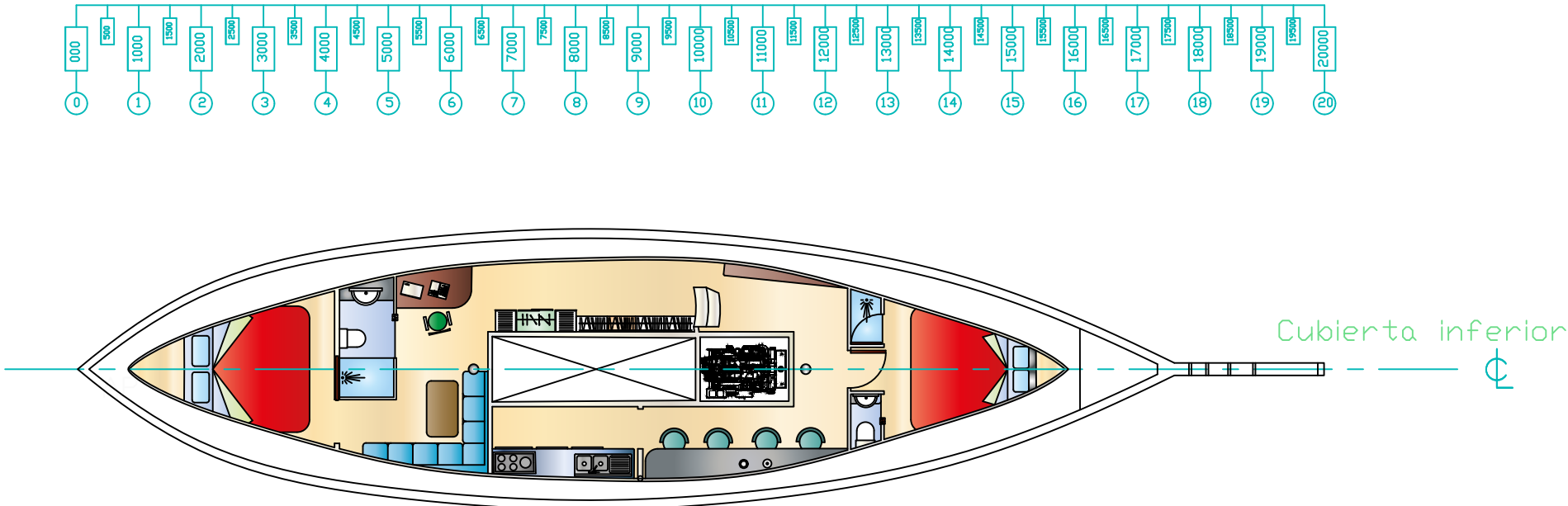
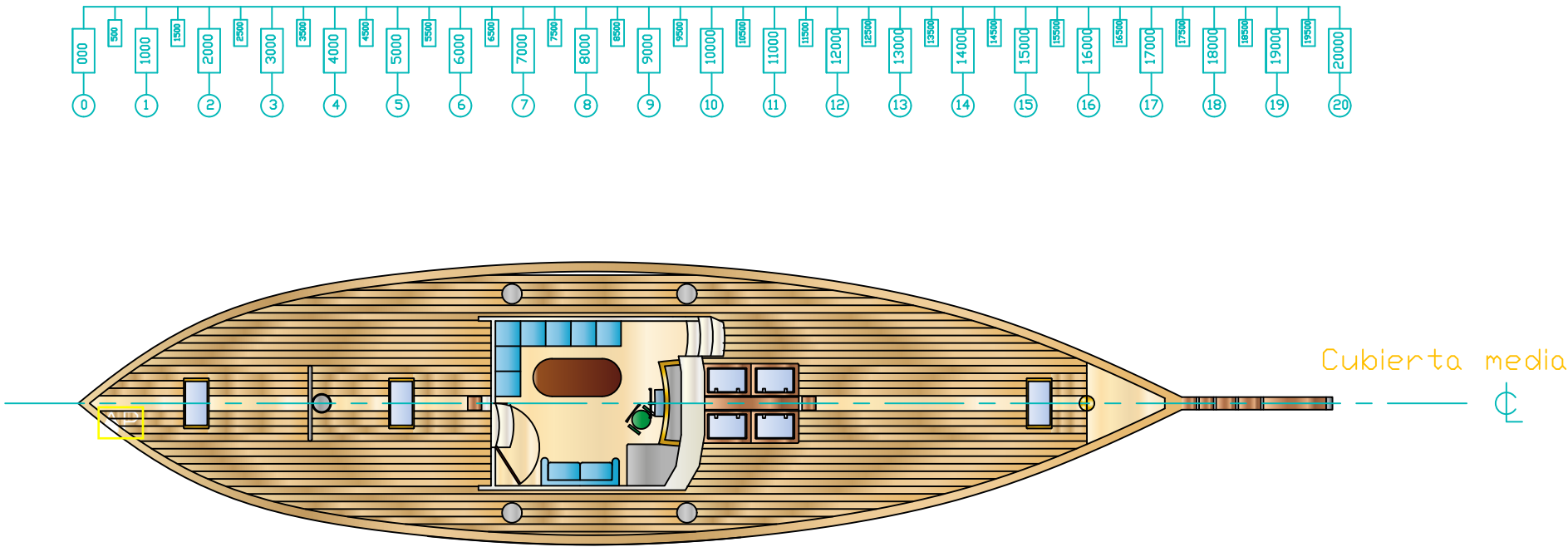
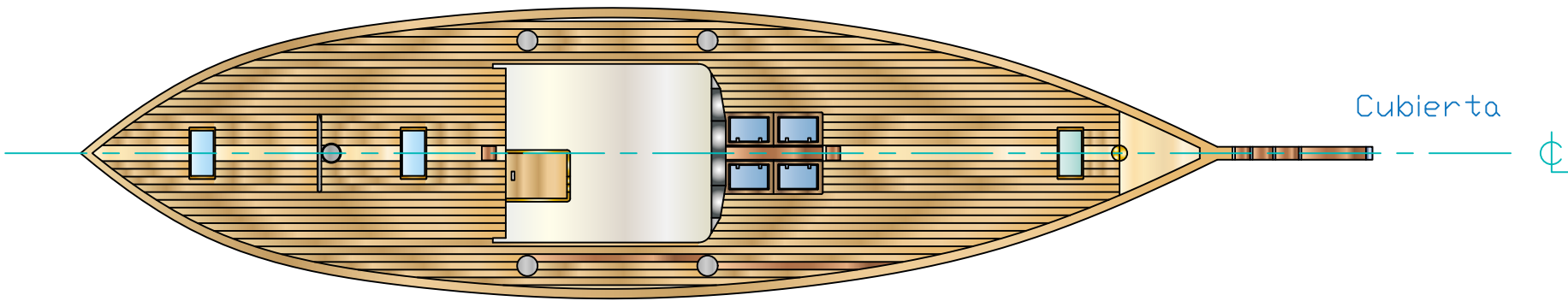
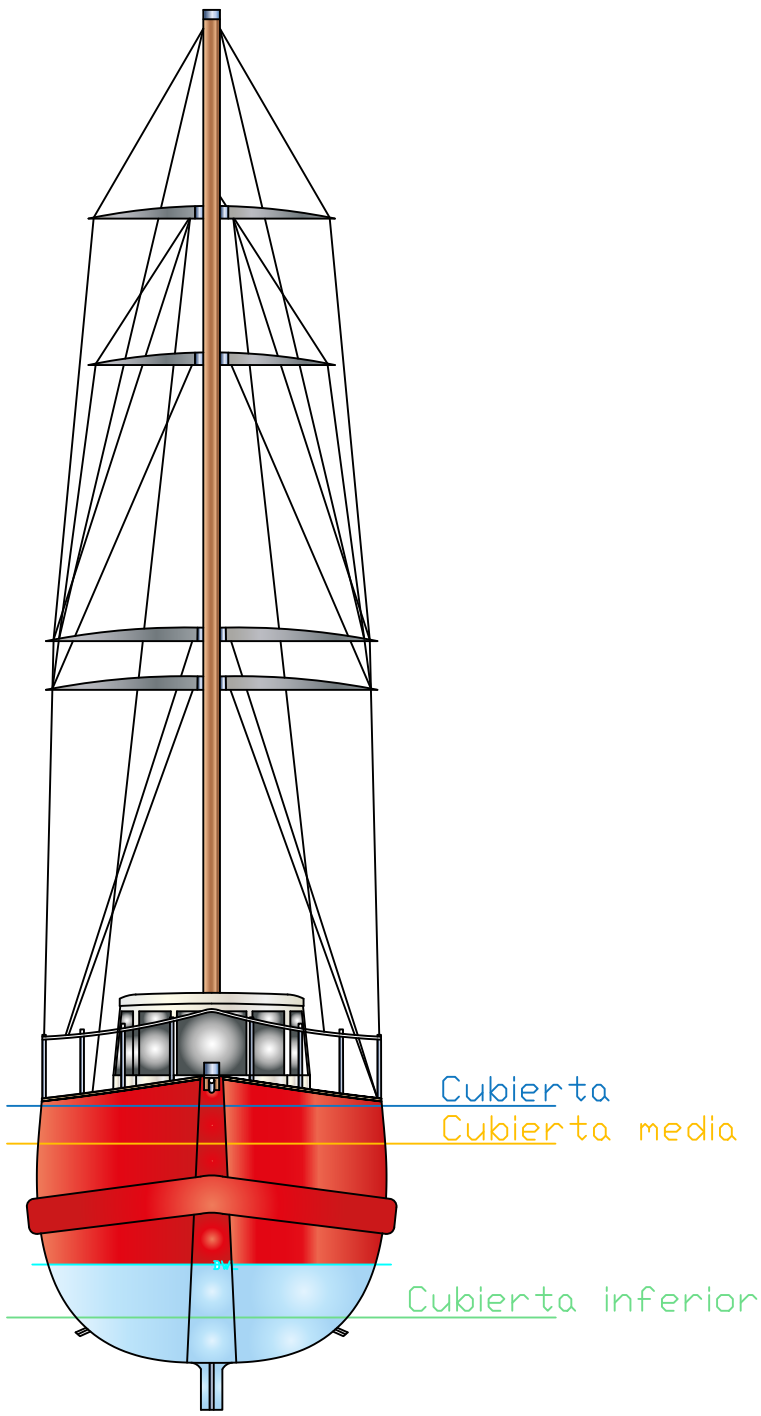
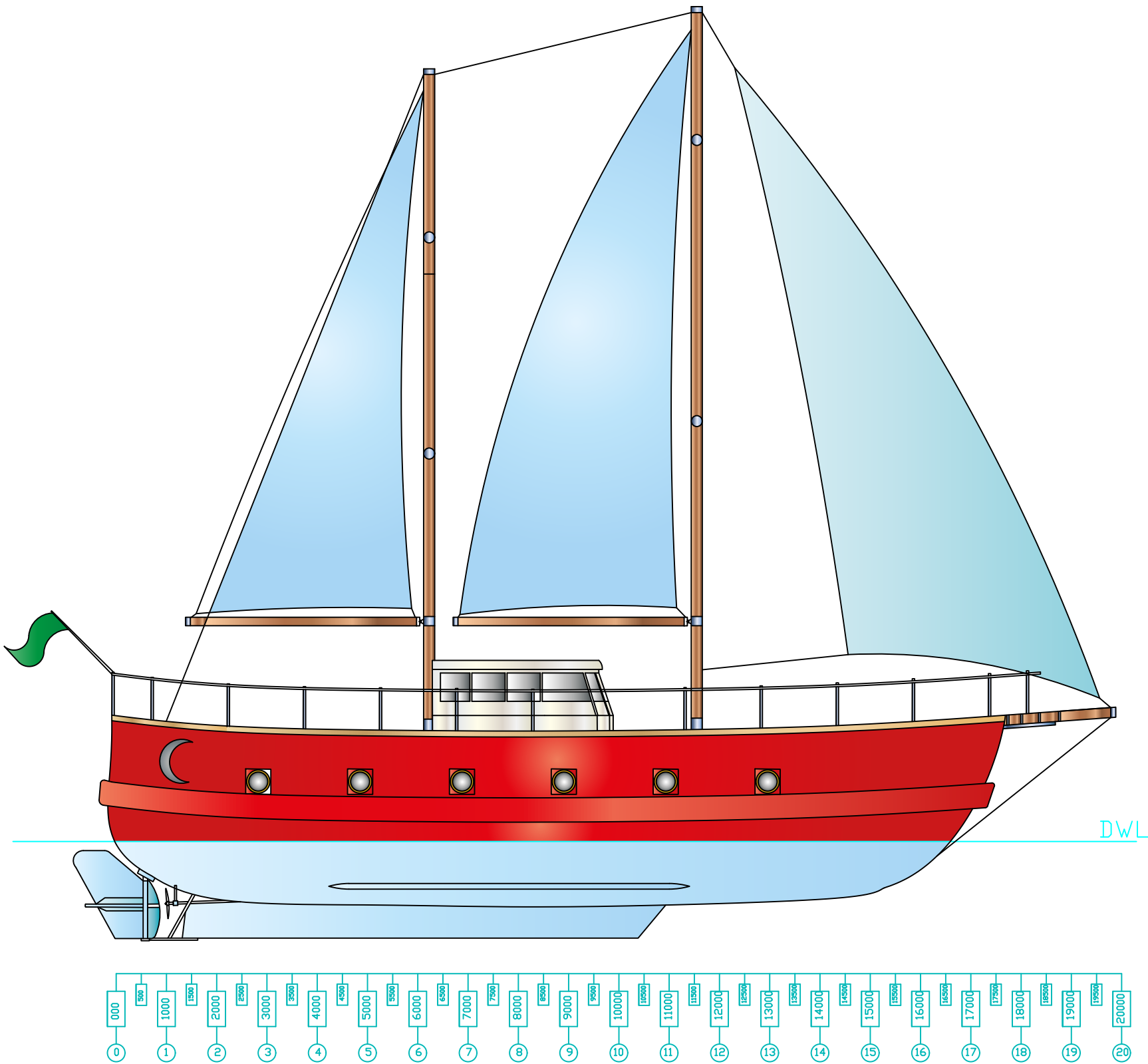
*Se proveerán salvavidas para niños para el 100% de los niños a bordo.

Anexo 10 – Plano de curvas



<i>Fecha</i>		<i>PLANO CURVAS</i>	<i>FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA</i>
<i>Dibujado</i>	20/3/2020		
<i>Comprobado</i>	22/3/2020		
Tamaño DIN	A3		
<i>Escala:</i> <i>1:100</i>	<i>TFG:</i> - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban		<i>Anejo n. 10</i>
			<i>Observaciones:</i> _____
			Halve Maan

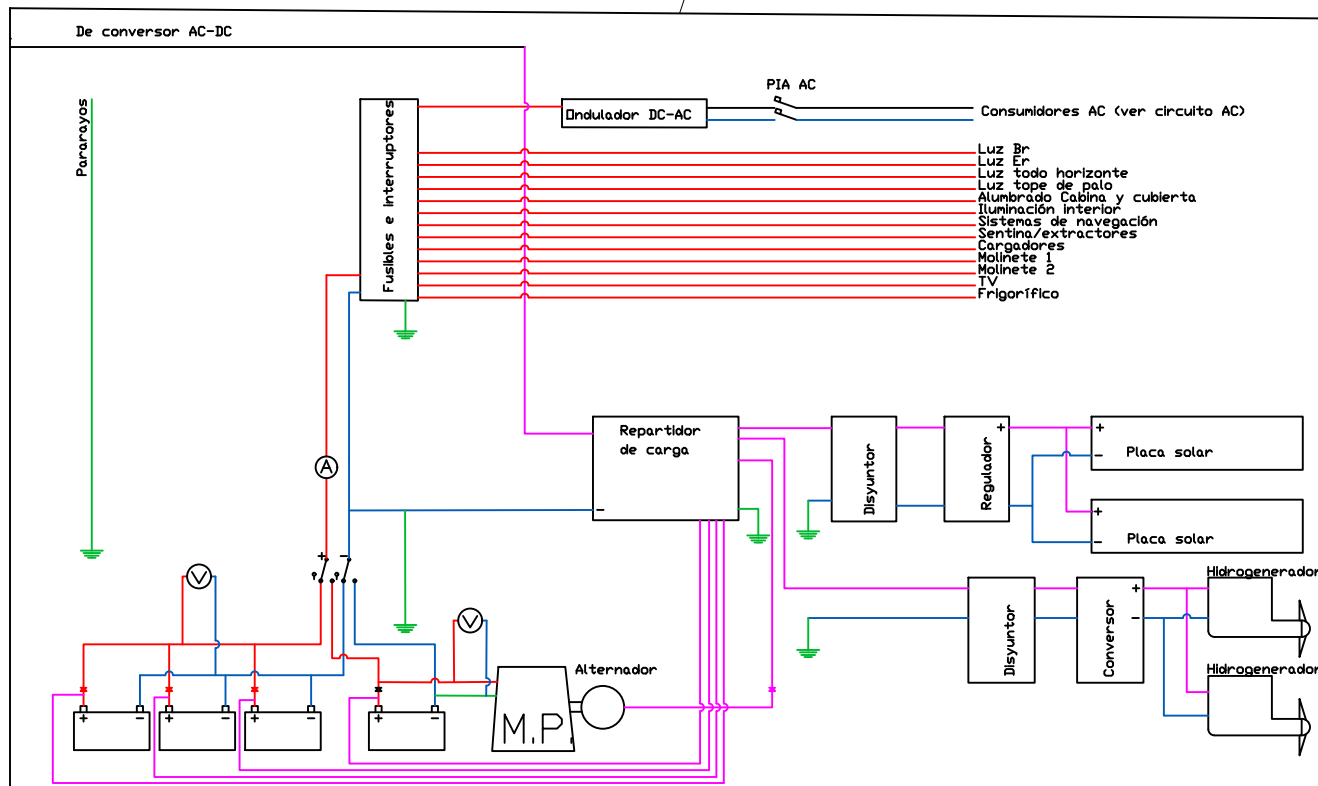
Anexo 11 – Plano de Disposición General








ESPECIFICACIONES DEL BARCO		
Estora (Lcasco):	17,2	m
Estora Total:	20	m
Manga:	4.45	m
Calado:	1.30	m
Volumen de carena:	46.54	m ³
Coefficiente de prismático :	0.628	
Coefficiente de bloque:	0,49	

<i>Fecha</i>		<i>PLANO DISPOSICIÓN</i>	<i>FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA</i>
<i>Dibujado</i>	20/3/2020		
<i>Comprobado</i>	22/3/2020		
<i>Tamaño DIN</i>	A2		
<i>Escala:</i> <i>1:100</i>	<i>TFG:</i> - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban		<i>Anexo n.</i> 11
			<i>Observaciones:</i> _____
			Halve Maan

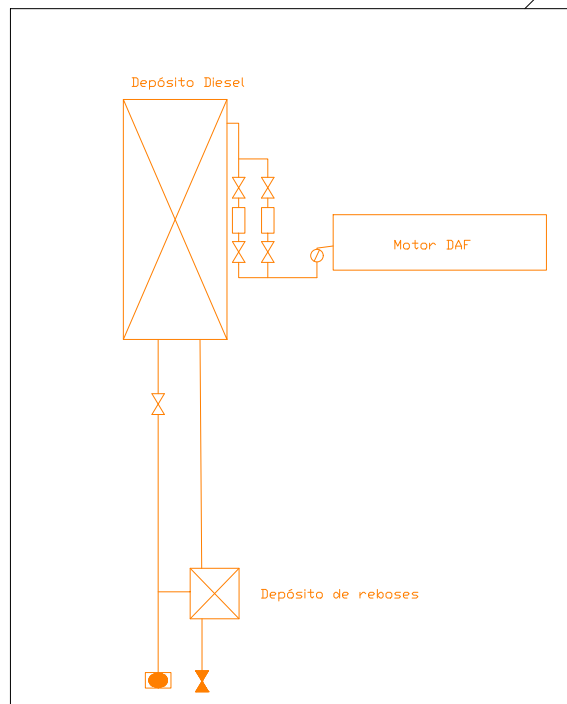
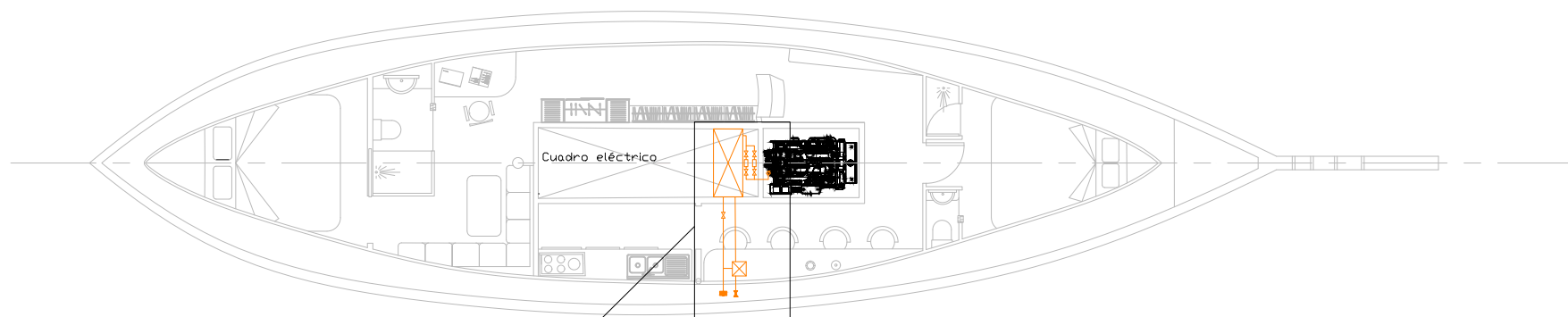
Anexo 12 – Plano de de Corriente Continua



Leyenda colores	
CC generación:	
CC consumo:	
Neutro:	
Toma de tierra:	
CA :	

Fecha		PLANO ELECTRICO CC	FACULTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA
Dibujado	20/3/2020		
Comprobado	22/3/2020		
Tamaño DIN	A4		
Escala: 1:100			Anezo n. <u>12</u>
TFG: - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban			Observaciones: _____
			Halve Maan

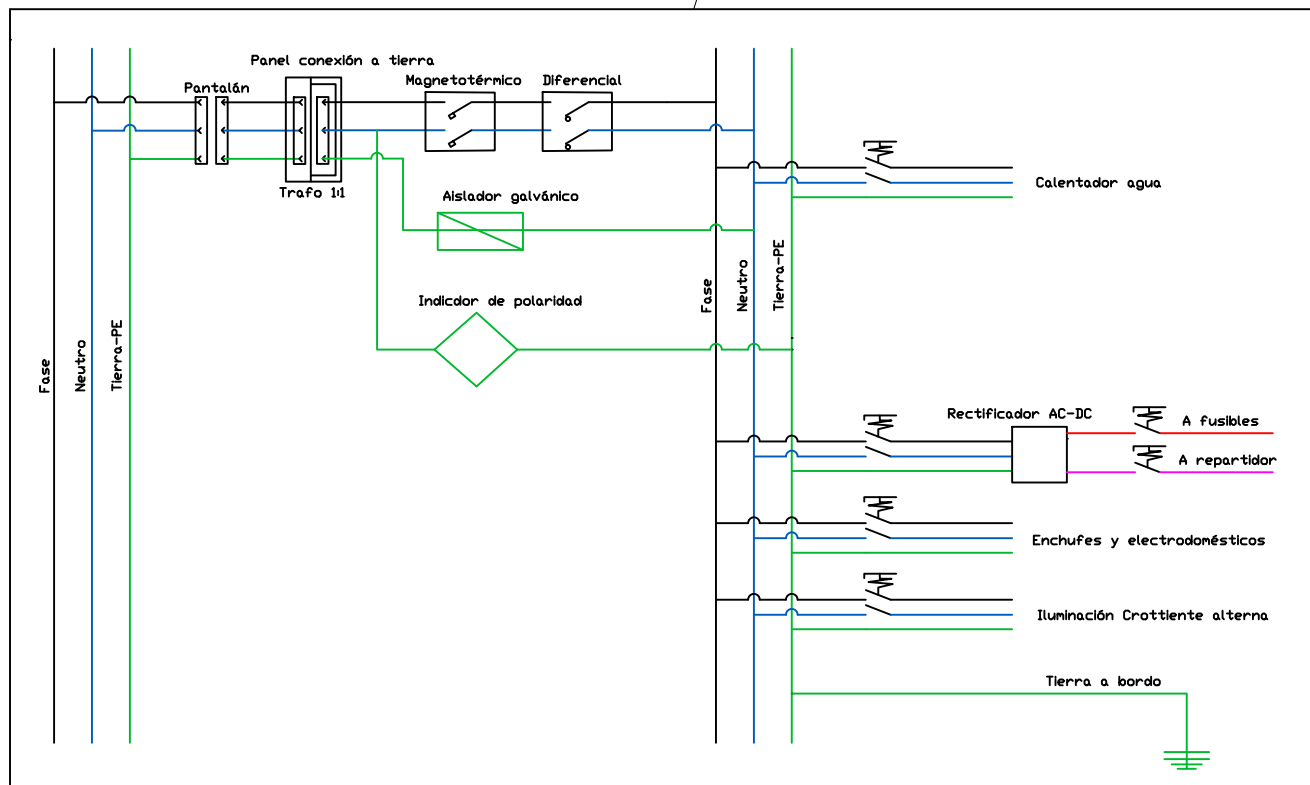
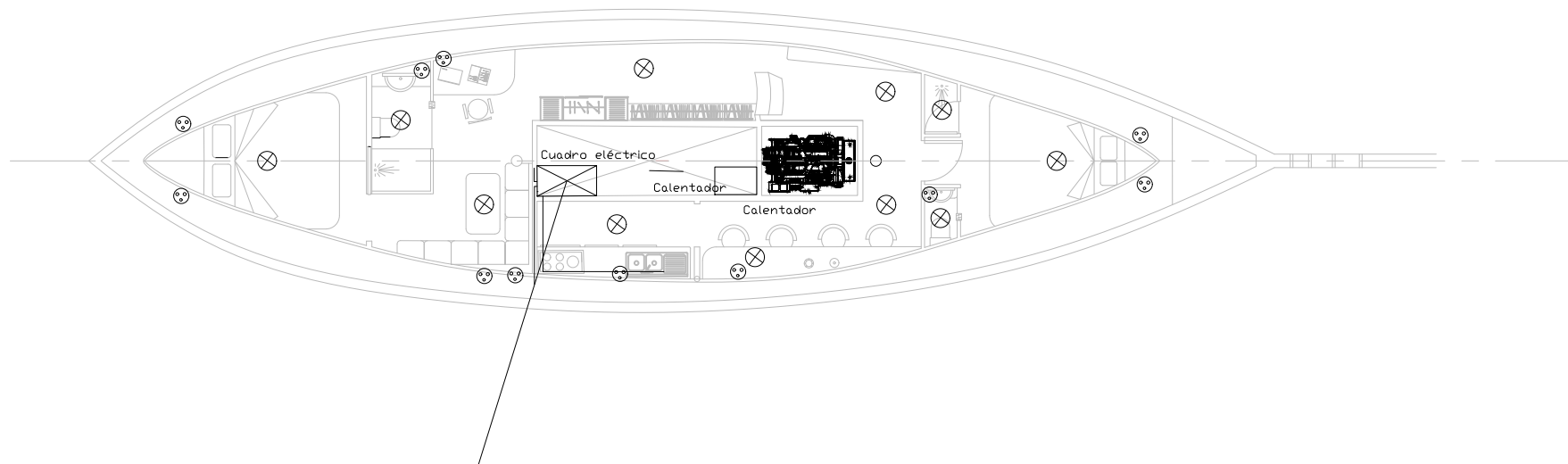
Anexo 13 – Plano de Combustible



Elemento	Descripción
	Válvula
	Filtro carbono aire
	Toma de combustible
	Filtro de rosca
	Filtro centrífugo

<i>Fecha</i>		<i>PLANO COMBUSTIBLE</i>	<i>FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA</i>
<i>Dibujado</i>	1/4/2020		
<i>Comprobado</i>	2/4/2020		
<i>Tamaño DIN</i>	A4		
<i>Escala:</i> <i>1:100</i>	<i>TFC:</i> - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban		
		<i>Anejo n.</i> 13	
		<i>Observaciones:</i> —	
		Halve Maan	

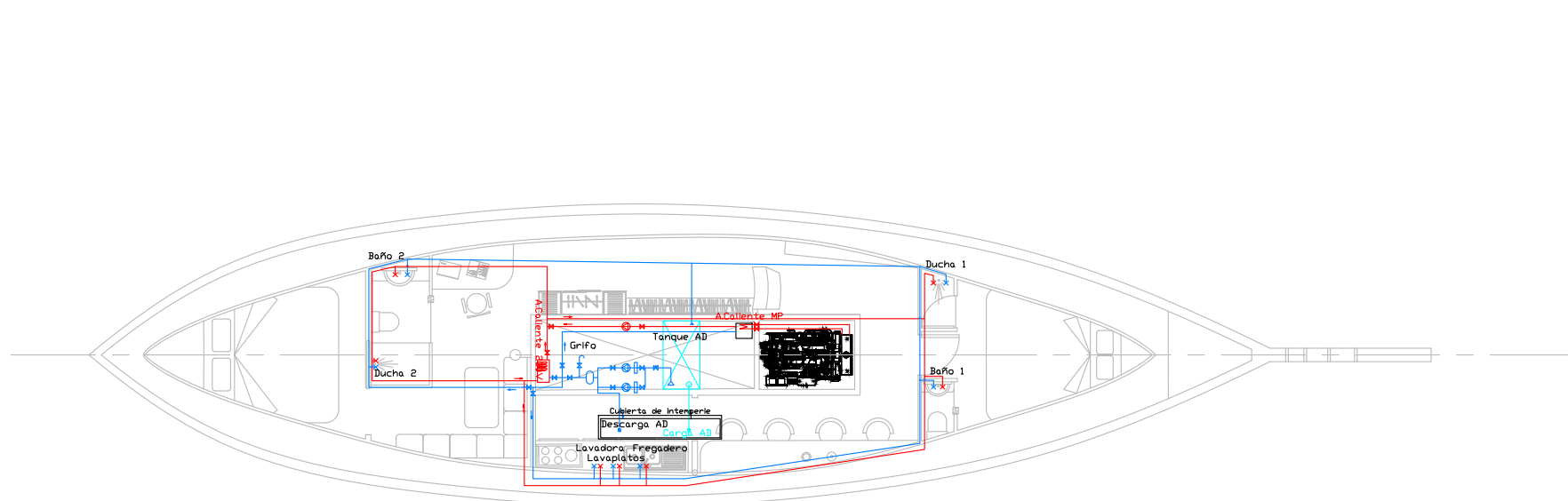
Anexo 14 – Plano de Corriente Alterna



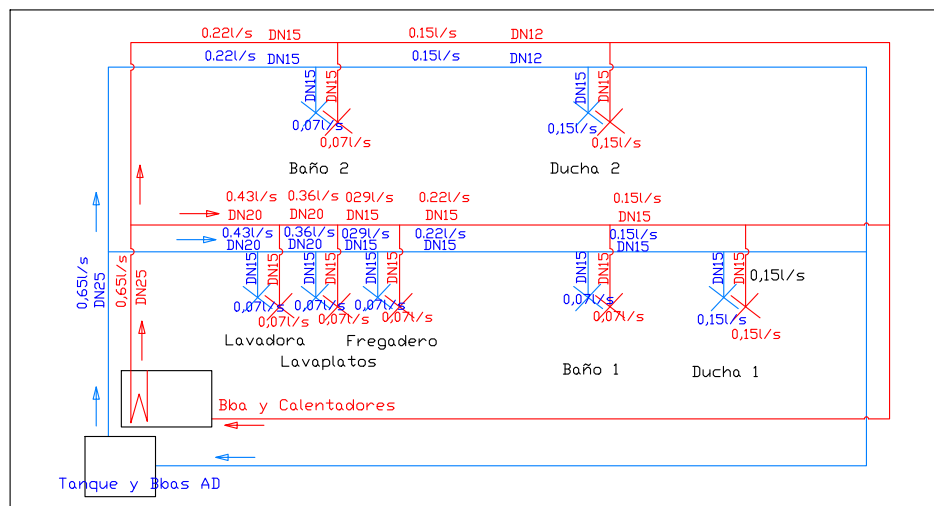
Legenda colores	
CC generadación:	—
CC consumo:	—
Neutro:	—
Toma de tierra:	—
CA :	—

Fecha		PLANO ELÉCTRICO CA	FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA
Dibujado	25/3/2020	FNB-2020	
Comprobado	27/3/2020		
Tamaño DIN	A4		
Escala: 1:100	TFC: - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban		Anejo n. 14
			Observaciones: _____
			Halve Maan

Anexo 15 – Plano de Agua dulce



Cálculo tuberías ISO 15748-2 del 2003 -- Velocidad de Flujo 1.4- Alojamientos

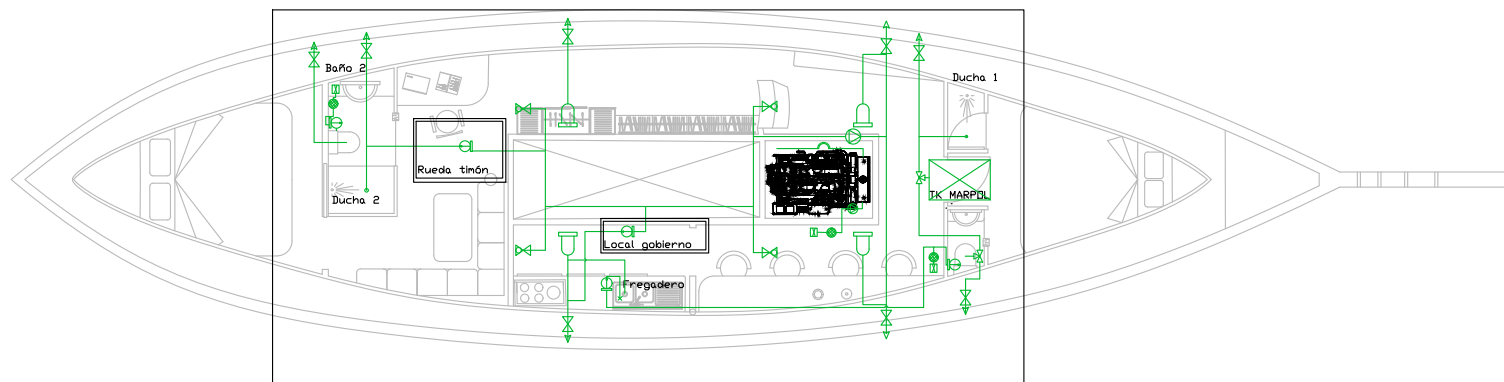


—	Agua dulce fría
—	Agua dulce caliente
—	Toma de Tanque AD

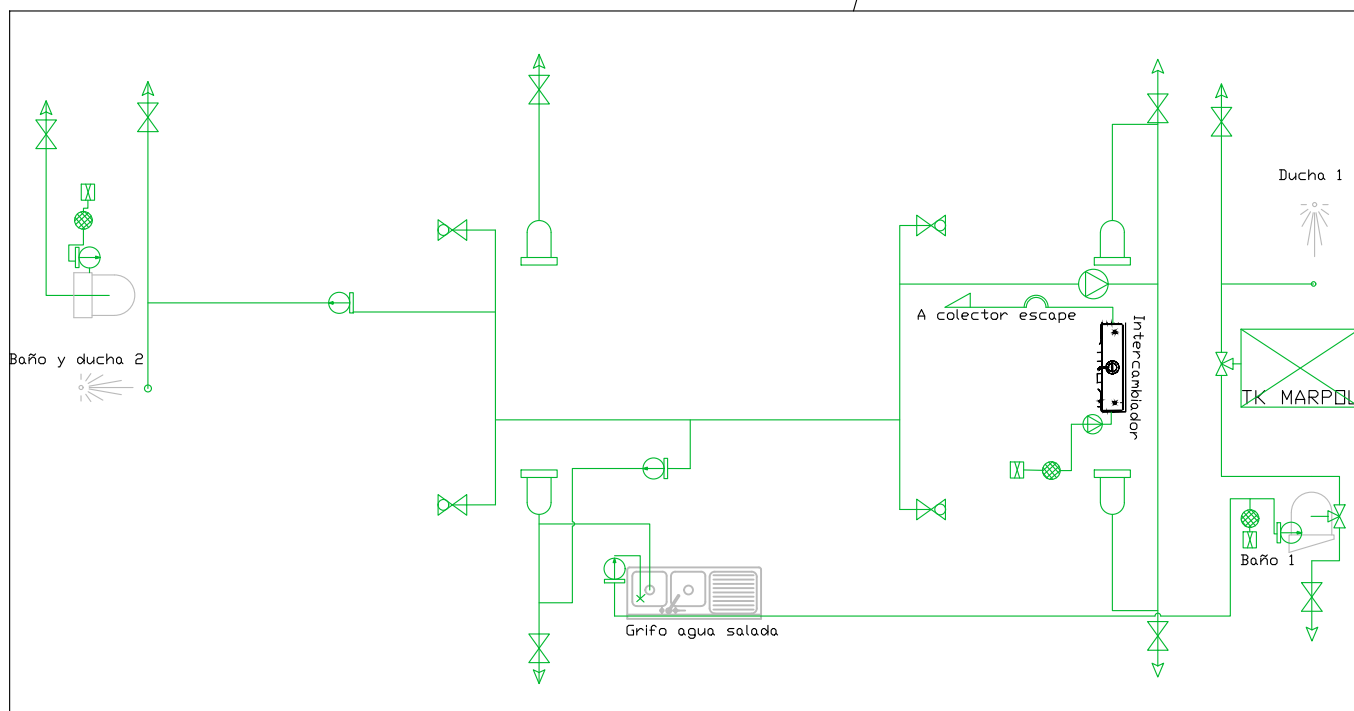
Elemento	Descripción
	Calderín de Presión
	Válvula de paso
	Bomba de agua
	Conexión a manguera
	Carga de AD
	Filtro de partículas

Fecha		PLANO DE TUBERÍAS	FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA
Dibujado	1/4/2020		
Comprobado	2/4/2020		
Tamaño DIN	A4	FNB-2020	
Escala: 1:100	TFG:		Anexo n. 15
	- Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban		
			Observaciones: _____
			Halve Maan

Anexo 16 – Plano de Agua Salada y Achique



Detalle esquema tuberías Agua Salada



Elemento	Descripción
	Descarga costado
	Aspiración Sentina
	Bomba manual
	Bomba automática
	Bomba Motor Principal
	Aspiración AS Motor
	Toma de mar
	Filtro de agua
	Válvula de tres vías
	Sifón de escape

<i>Fecha</i>		<i>PLANO DE TUBERIAS AS</i>	<i>FACUTAT DE NÀUTICA DE BARCELONA</i>
<i>Dibujado</i>	1/4/2020		
<i>Comprobado</i>	2/4/2020		
<i>Tamaño DIN</i>	A4		
<i>Escala:</i> <i>1:100</i>			<i>Anejo n.</i> 16
<i>TFC:</i> - Pau Mestre Fonollosa - Tutor: J.M. Robledano Esteban			<i>Observaciones:</i> _____
			Halve Maan